

# Rönnebydalen meddelar

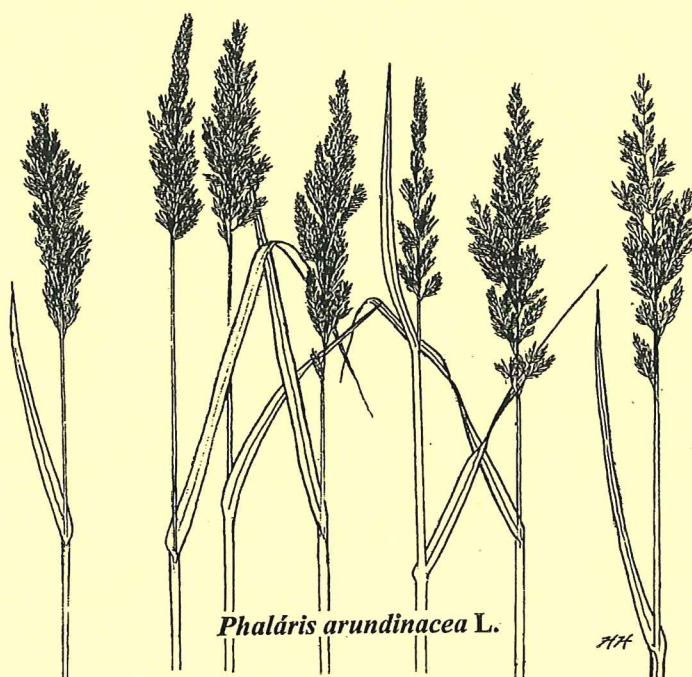
Odlingstekniska försök avseende skördetid, gödsling och produktkvalitet samt sortförsök i rörflen (*Phalaris arundinacea* L.) till biobränsle och fiberråvara 1991/92 och 1992/93

*Field experiments in reed canary grass for biofuel and fibre*

Lennart Lomakka

Inverkan på markens fysikaliska egenskaper av körningar vid skörd av rörflenvall

Waldemar Johansson



*Phalaris arundinacea* L.

Sveriges lantbruksuniversitet

Institutionen för norrländsk jordbruksvetenskap

Rapport 13:1993

***Odlingstekniska försök avseende skördetid, gödsling och produktkvalitet samt sortförsök i rörflen (*Phalaris arundinacea* L.) till biobränsle och fiberråvara 1991/92 och 1992/93***

*Field experiments in reed canary grass for biofuel and fibre*

Lennart Lomakka  
Institutionen för norrländsk jordbruksvetenskap  
Avdelningen för växtodling

***Inverkan på markens fysikaliska egenskaper av körningar vid skörd av rörflenvall***

Waldemar Johansson  
Institutionen för markvetenskap  
Avdelningen för hydroteknik

Rapport från Norrfiberprojektet

---

**Röbäcksdalen meddelar**

Nr 13:1993

Umeå 1993

Ansvarig utgivare:  
Martin Wik

ISSN 0348-3851  
ISRN NLBRD-M--13:93-SE

## ***Förord***

Den i föreliggande preliminära rapport avhandlade försöksverksamheten med rörflen påbörjades år 1989, då de första fältförsöken anlades. Merparten av fältförsöken anlades åren 1990-1992. Fältförsöken är fleråriga och skall pågå minst t.o.m. 3:e årets vall. Eftersom ämnesområdet är förhållandevis nytt, beskrevs projektet och redovisades de första resultaten från 1:a årets vallar redan sommaren 1992 i nr 1992:10 i rapportserien Röbäcksdalen meddelar. Försöksåret 1992 tillkom ytterligare resultat från 27 fältförsök. I denna rapport redovisas erhållna resultat från fältförsöken i 1:a och 2:a årets vallar t.o.m. försöksåret 1992. (Därvid är att observera, att vårskördemomenten skördades i 1991 års försök inte förrän våren 1992 och i 1992 års försök inte förrän våren 1993.)

Försöksprojektet, för vilket Avdelningen för växtodling vid Institutionen för norrländsk jordbruksvetenskap svarar, ingår som ett delprojekt avseende odlingsfrågor inom projekt Norrfibers ram. Det utförs med finansiellt stöd från Stiftelsen lantbruksforskning, Vattenfall Utveckling AB, Jordbruksverket och Omställningsgruppen (LRF) i Västernorrlands län.

Vid försöksmaterialets databehandling för denna rapport har flera medarbetare vid Avdelningen för växtodling förtjänstfullt medverkat.



**ODLINGSTEKNISKA FÖRSÖK AVSEENDE SKÖRDETID, GÖDSLING  
OCH PRODUKTKVALITET SAMT SORTFÖRSÖK I RÖRFLEN (*Phalaris  
arundinacea* L.) TILL BIOBRÄNSLE OCH FIBERRÅVARA 1991/92 OCH  
1992/93**

Lennart Lomakka  
Avdelningen för växtodling



## ***Innehåll***

	Sida
<i>Bakgrund</i>	5
<i>Försöksprojektets uppläggning</i>	5
Försöksplaner	5
Fältförsökens lokalisering och försöksseriernas omfattning	6
Vädret under försöksåren	7
<i>Resultat från försöken i rörflevall försöksåren 1991/92 och 1992/93</i>	9
Biomassaskördens storlek vid olika skördetider (biologisk skörd)	10
Vinterförluster av biomassa vid tillämpning av vårskörd	12
Skördens strå/bladfördelning och innehåll av växtnäings- och vissa processtörande ämnen vid olika skördetider	13
Bortförsel av växtnäingsämnen med grödan vid olika skördetider	16
Verkan av kvävegödsling på biomassaskördens storlek vid olika skördetider	18
Skördeprocessens genomförande (slåtter - fälttorkning - bärgning) vid sensommar- och vårskörd	19
Fältförluster och bärgad skörd vid sensommar- och vårskörd.	21
Skador på vallen och jorden genom körningar under skördeprocessen	25
Rörflensorters avkastning vid sensommar- och vårskörd	26
<i>Sammanfattande preliminära slutsatser</i>	26
<i>Summary</i>	30
<i>Litteratur</i>	33
<i>Tabellbilaga (tabell 1-11)</i>	34



## 1. Bakgrund

I fråga om bakgrunden till detta försöksprojekt hänvisas till den år 1992 publicerade rapporten i skriften Röbbäcksdalen meddelar nr 1992:10 (Lomakka 1992), som innehåller en kortfattad beskrivning av bakgrund och motiv för att genomföra ett försöksprojekt avseende undersökningar av vissa frågor kring odling av rörflen (*Phalaris arundinacea* L.) till biobränsle och fiberråvara.

Utgångspunkten är önskemålet att producera en fälttorkad lagringsduglig skörd av biomassa till biobränsle och/eller fiberråvara. Huvudsyftet är att belysa och klarlägga möjligheter och problem vid skörd av rörflenvallen på våren i jämförelse med och i stället för skörd av vallen vid bruklig tid på sommaren eller hösten. Vårskörd innebär att grödan får stå kvar orörd på fältet över vintern och skördas först påföljande vår, så snart markens bärighet medger skördeprocessens genomförande. Ett par av de viktigaste skälen för vårskörd av vall till biobränsle och/eller fiberråvara är, att grödan då har uppnått ett "moget" utvecklingsstadium och att betingelserna för fälttorkning av grödan på slag är gynnsammast på våren.

## 2. Försöksprojektets uppläggning

### 21. Försöksplaner

Projektet omfattar f.n. följande fem fältförsöksserier i rörflenvall avseende produktion av biobränsle och fiberråvara:

*Försöksserie R8-528.* Jämförelse av sensommar- och vårskörd av rörflenvall i storskaleförsök i syfte att undersöka möjligheten att utföra skördeprocessen (slåtter, fälttorkning på slag och bärgning av grödan) på våren under praktiska fältförhållanden och att klarlägga storlek och sammansättning på biologisk och bärgad skörd samt storlek på fältförluster vid sensommar- och vårskörd samt vinterförluster före vårskörd. Vid båda skördetiderna tillämpas dels en skonsam, dels en omild skördeteknik. Vidare fastställs vid de båda skördetiderna uppkomst av skador på marken och vallen till följd av körningarna under skördeprocessen.

*Försöksserie R8-533.* Inverkan av olika skördetider (juli, augusti, höst och påföljande vår) och av olika gödselslag och gräsaska på skördens storlek, innehåll av primära och sekundära makroväxtnäringsämnen och processtörande ämnen i rörflenvall. Jämförelserna görs vid två kvävenivåer (100 och 200 kg/ha N).

*Försöksserie R8/IG-911.* Inverkan av olika skördetider (juli, höst och påföljande vår) på skördens storlek och sammansättning samt effekten av kvävegödsling vid vårskörd av rörflenvall i södra Sverige.

*Försöksserie R8-528B.* Verkan av stigande kvävegivor vid olika skördetider (sensommar, höst och påföljande vår) i rörflenvall. - (Orienterande försök.)

*Försöksserie R8-28B.* Jämförelse av olika rörflensorter vid sensommarskörd och skörd påföljande vår.

Fältförsöken är genomgående fleråriga. I försöksserierna R8-528 och R8/IG-911 är de avsedda att pågå t.o.m. 3:e årets vall och i försöksserierna R8-533 och R8-28B i regel t.o.m. 5:e årets vall.

Beträffande försöksplanernas detaljerade utformning och beskrivning av syfte och mål för de ovannämnda försöksserierna hänvisas till den år 1992 redovisade rapporten om försöksprojektet i Röbbäcksdalen meddelar, nr 1992:10 (Lomakka 1992). Försöksplanernas utformning kan också utläsas i tabellerna 1, 2, 8, 9 och 11.

## 22. Fältförsökens lokalisering och försöksseriernas omfattning

Fältförsöken i projektet är lokaliserade till 18 platser, belägna i 13 av rikets 24 län från Norrbottens län i norr till Malmöhus län i söder. Försöksplatserna anges i nedanstående förteckning och deras läge framgår av kartan i figur 1. Av förteckningen framgår också antalet fältförsök i vall (1:a årets vall och äldre) år 1993 i varje försöksserie och på vilka platser fältförsöken i de olika försöksserierna är belägna.

Försöksplats	Antal pågående fältförsök i vall år 1993 i resp. försöksserie				
	R8-528	R8-533	R8/IG-911	R8-528B	R8-28B
1. Vojakkala, Haparanda	1	1			1
2. Röbbäcksdalen, Umeå	1	1			2
3. Ås		1			1
4. Offer, Undrom		1			1
5. Sättna, Kovland	1				
6. Sävstaås, Bollnäs		1			1
7. Hamre, Hedemora		1			1
8. Lillerud, Vålberg	1	1		1	1
9. Danmark, Uppsala	1				
Kungsängen, Uppsala			1		1
10. Lanna, Saleby		1			1
12. Vreta Kloster			1		
13. Mariehof, Söderköping					1
14. Torpalyckan, Ingelstad		1			1
15. Skepparslöv, Kristianstad			1		
16. Borgeby, Bjärred			1		
Lönnstorp, Lomma		1			1
Summa	5	10	4	1	13

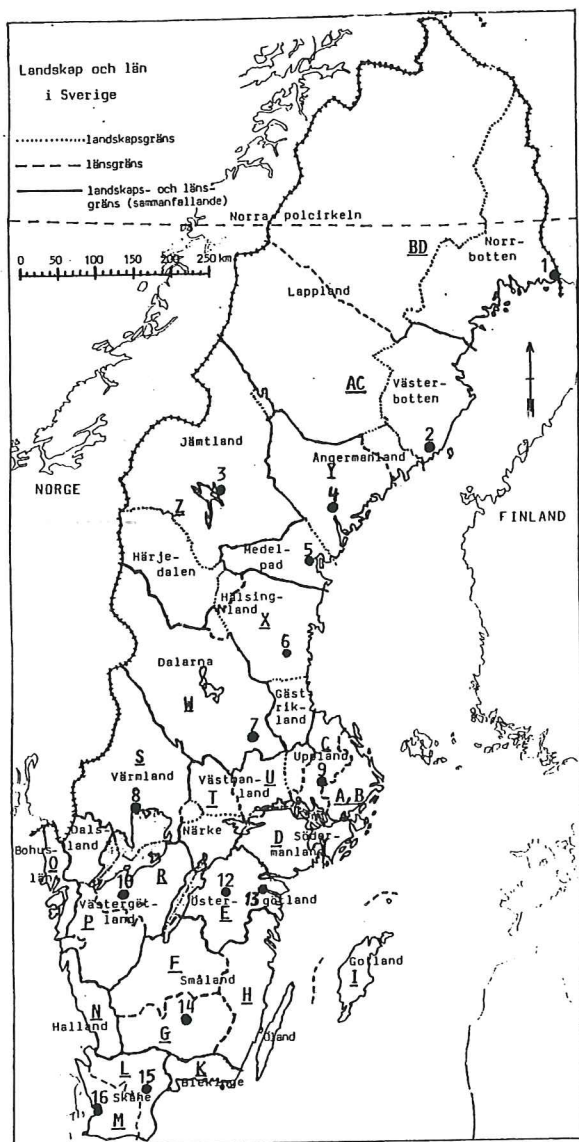
Försöksåret 1991 var antalet fältförsök i vall sammanlagt 14 st i de fyra förstnämnda försöksserierna i förteckningen, samtliga i 1:a årets vall. Dessutom såddes nya försök i serierna R8-533 och R8-28B.

Försöksåret 1992 omfattade projektet sammanlagt 28 pågående fältförsök i vall, varav 12 i 2:a och 16 i 1:a årets vall. Därtill kom 3 nysådda sortförsök.

De i denna rapport redovisade resultaten härrör från de åren 1991 och 1992 utförda försöken, sammanlagt 42 försök varav 12 i 2:a och 30 i 1:a årets vall.



Som framgår av förteckningen uppgick de pågående fältförsöken i projektet försöksåret 1993 till 33 st, varav 12 i 3:e, 16 i 2:a och 5 i 1:a årets vall. Därtill kom 3 nysådda sortförsök. - (Det är att observera, att 1993 års försök i vall inte blir färdigt genomförda förrän vårskördeleden i dem är skördade våren 1994.)



Figur 1. Försöksplatser (nr 1-10, 12-16) för fältförsök med rörlan till biobränsle och fiberråvara åren 1992 och 1993.

sommarvädret är av största betydelse för skördens storlek, är sensommar- och förhöstvädret avgörande för hur genomförandet av skörd och torkning på slag lyckas vid tillämpning av sensommarskörd. På samma sätt påverkar den påföljande vinterns och vårens väder, liksom vinterns snö- och tjälförhållanden, på ett avgörande sätt hur väl man lyckas att genomföra motsvarande skördeprocedur på våren. Därför följer här en översikt över väderförhållandena under den aktuella försöksperioden (SMHI, 1991-1993). - För norra Sverige gäller väderöversikten endast kust- och inlandet, ej fjällområdena.

År 1991 var våren och försommaren kall och regnig, medan hög- och sensommaren var varm och relativt torr. Sålunda var månadsmedeltemperaturen för maj 1 à 2 grader och för juni 2 à 3 grader lägre än normalt i hela landet. I juli och augusti låg den däremot överlag 1 à 2 grader

De flesta fältförsöken ligger på måttligt mullhaltig (3-6 % mull) mineraljord. Några försök ligger på mullrik (6-12 % mull) mineraljord. Likaså hör några försök i landets södra del till klassen något mullhaltig (2-3 % mull) mineraljord. Texturellt klassificeras jordarten i mer än hälften av försöken som lerig mo eller lerig mjåla, i omkring en fjärdedel som lättlera och i ett fåtal försök i Mellansverige som mellanlera eller styv lera.

Matjordens kalk-, fosfor- och kaliumtillstånd är i regel tillfredsställande eller gott. pH-värdet ligger med några undantag över 6,0. P-AL-talet är i ca två fall av tre över 8 (P-AL-klass IV-V) och endast i något enstaka undantagsfall mellan 2 och 4 (P-AL-klass II). K-AL-talet ligger i regel mellan 9 och 16 (K-AL-klass III). I några fall är det något högre och i undantagsfall lägre.

Vallen i försöken har som regel såtts på våren eller försommaren utan skyddsgröda. I de odlingstekniska försöken är rörlansorten nästan undantagslöst Palaton, som också är mätarsort i sortförsöken (R8-28B).

### 23. Vädret under försöksåren

Vid produktion av biobränsle och fiberråvara på rörlanvall enligt grundiden för de här avhandlade försöken, d.v.s. att åstadkomma en på fältet till lagringsduglighet torkad produkt, har väderförhållandena under alla årstider stor betydelse. Likaväl som vår- och



över normalen. I Svealand och Götaland varierade regnmängderna i maj mycket mellan områdets olika delar, från mindre än halva upp till dubbla normalmängden. I Norrland regnade det samtidigt  $1\frac{1}{2}$  à 2 gånger så mycket som normalt. Regnmängden i juni var 2 à 3 gånger så stor som normalt i praktiskt taget hela landet. I juli och augusti varierade regnmängden i varje landsdel, med undantag av östra Svealand, mellan ungefär halv normal och normal mängd. I östra Svealand regnade det däremot  $1\frac{1}{2}$  gånger så mycket som normalt i augusti. - Den rikliga nederbörden på försommaren och det påföljande varma vädret i juli och augusti gynnade rörflenvallarnas tillväxt, samtidigt som det jämförelsevis torra vädret i augusti (östra Svealand undantaget) var gynnsamt för skörd och fälttorkning på slag av rörflenvallar vid tillämpning av sensommarskörd.

Hösten 1991 var september något kallare och torrare i norra Norrland och något varmare och torrare i Götaland än normalt, medan resten av landet hade normal temperatur och nederbörd. I oktober var såväl temperatur som nederbörd normal eller nära normal i hela landet.

November och hela den följande vintern var ovanligt mild och snöfattig. Sålunda låg medeltemperaturen för november ca 2 grader över normalen i hela landet. I december - mars låg den minst 3 grader över resp. månadsmedelvärde i landets olika delar. Januari och februari i norra Norrland och januari i södra Norrland var ända upp till ca 7 grader mildare än normalt. Det milda vädret i kombination med måttlig nederbörd medförde att snötäcket blev ovanligt tunt i Norrland och Svealand, samtidigt som snön lyste med sin frånvaro praktiskt taget hela vintern i nästan hela Götaland och även i östra och södra Svealand.

Lämplig tid för vårskörd av rörflenvallar bedöms vara i början av april i Götaland, i slutet av april/början av maj i Svealand och senare i maj i Norrland. Eftersom nederbörden i Svealand och Götaland i april 1992 var 2 à 3 gånger så stor som normalmängden, var vädret mindre gynnsamt för vårskörd och fälttorkning våren 1992 av 1991 års gröda på rörflenvallar i dessa landsdelar. I Norrland däremot regnade det mindre än normalt i maj, vilket var gynnsamt för vårskörd av grödan. Till följd av vinterns tunna snötäcke var rörlengrödan inte så hårt nedtryckt av snön, vilket underlättade slåttarn.

Våren och försommaren *år 1992* var, i motsats till året innan, varm i hela landet och torr i den södra delen. Sålunda översteg medeltemperaturen för maj och juni normalvärdena med 2 à 3 grader i hela landet. I Götaland var det ovanligt torrt med högst halv normal regnmängd i maj och praktiskt taget inget regn i juni. Även i Svealand var de båda månaderna regnfattiga med ungefär halv normal regnmängd, i västra delen bara  $\frac{1}{4}$  av normal regnmängd i juni. I Norrland regnade det däremot mer i maj och juni, i södra delen omkring  $\frac{2}{3}$  av normal mängd och i norra delen nästan normal mängd.

Juli blev fortsatt varmare än normalt i Götaland, där också torkan höll i sig nästan till månads slut. I juli hade Svealand nära normal temperatur, medan Norrland hade 1 à 2 grader kallare än normalt. I juli blev det regnunderskott även i västra Svealand, men i östra Svealand och Norrland varierade regnmängden mellan normal och upp till dubbel normal mängd. Sensommaren utmärktes i motsats till försommaren av mycket regnigt väder. I augusti föll det mellan  $1\frac{1}{2}$  och  $2\frac{1}{2}$  gånger så mycket regn som normalt i hela landet utom i östra Svealand, där det blev ett litet regnunderskott. Augusti var också omkring 1 grad kallare än normalt i Norrland och Svealand, medan Götaland hade normal temperatur.

Torkan i Götaland och sydvästra Svealand hämmade starkt vallars och vårsådda gröders tillväxt, vilket bl.a. medförde nedsatt biomassaskörd av rörflenvallar i dessa områden. Det regniga augustivädret var mycket ogynnsamt i hela landet för skörd och fälttorkning på slag av



rörflenvallar vid tillämpning av sensommarskörd. På en del håll i Norrland omöjliggjordes rentav fälttorkning av rörflengrödan på slag av det extremt regniga augustivädret, som också fortsatte där i september.

Oktober 1992 utmärkte sig genom att vara rekordkall i hela landet. Medeltemperaturen låg i Norrland 4 à 6 grader och i Svealand och Götaland 2 à 4 grader under normalvärdet. Även nederbörden var rikligare än normalt i landets östra del med undantag av Norrbotten. Redan i mitten av oktober föll nederbörden till stor del som tung blötsnö, som låg kvar vid månadens slut inte bara i Norrland och Svealand utan även i delar av Götaland. I östra Svealand och Norrlands kustland nådde snötäcket sitt största djup för vintern redan i månadsskiftet oktober/november. Då var snödjupet omkring 70 cm i södra Norrlands kustland. I november föll det 1½ à 2 gånger så mycket nederbörd som normalt i hela landet.

Liksom föregående år blev återstoden av vintern ovanligt mild. Under december 1992 - februari 1993 låg månadsmedeltemperaturen för resp. månad i Norrland genomgående mellan 4 och 6 grader, i Svealand mellan 3 och 5 grader samt i Götaland mellan 1 och 3 grader över månadsmedelvärdena. Även mars - maj uppvisade värmeöverskott i hela landet med månadsmedeltemperaturer som låg 1 à 3 grader över de normala. Under december - april föll det som regel mindre än eller högst normal mängd nederbörd i varje månad i landets olika delar. Förekommande underskott på nederbörd dessa månader var mest framträdande i de områden som fick stora snömängder i oktober. Det milda vintervädret i kombination med jämförelsevis lite nederbörd medförde att det djupa snötäcket, som bildats i oktober, sjönk ihop snabbt och var redan före jul mindre än 1 dm i östra Svealand och i Norrlands kustland upp till Västerbotten. I dessa områden blev snödjupet inte mycket större än så under återstoden av vintern.

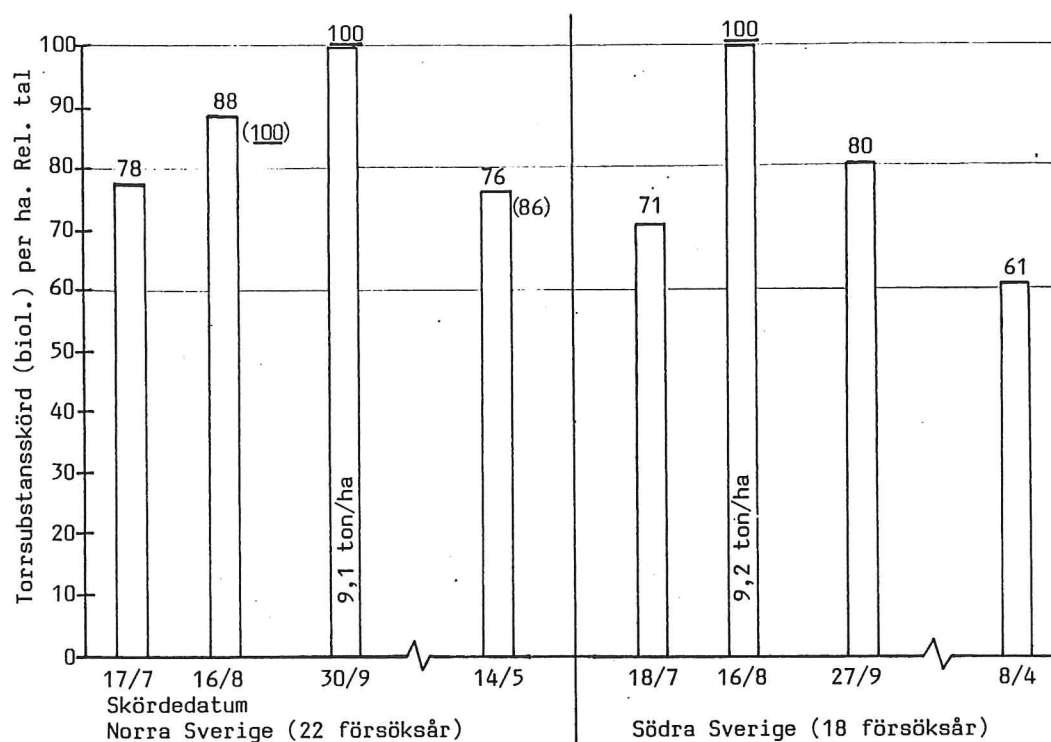
I april och maj 1993 var det varmare och torrare än normalt i hela landet och följaktligen mycket gynnsamma väderförutsättningar för att genomföra vårskörd och torkning av grödan på slag av 1992 års gröda på rörflenvallar. I områden där det föll stora mängder blötsnö i oktober 1992, trycktes rörflengrödan ned av snön så att den låg i det närmaste helt platt på marken, vilket försvårade slåttern vid vårskörden.

### ***3. Resultat från försöken i rörflenvall försöksåren 1991/92 och 1992/93***

I det följande redovisas försöksresultaten från 1:a årets rörflenvallar år 1991 och från 1:a och 2:a årets vallar år 1992. (Därvid är att observera att eftersom grödan i försökens vårskördetidsled skall stå kvar orörd över vintern och skördas först påföljande vår, skördades vårskördeleden i 1991 års försök först våren 1992 och i 1992 års försök först våren 1993.)

Som framgår av redovisningen i avsnitt 22 bestod projektet av 14 fältförsök i vall år 1991 och hade utökats till 28 fältförsök år 1992. Sammanlagt genomfördes sålunda  $14 + 28 = 42$  försök i vall de båda försöksåren, varav 28 i 1:a och 14 i 2:a årets vall. I den följande redovisningen har resultaten från två försök uteslutits. Det ena är ett försök i Skåne år 1991 i serie R8/IG-911, som uteslutits på grund av ogräsproblem. Det andra är ett försök i Västergötland år 1992 i serie R8-533, som uteslutits på grund av mycket låg skördenivå till följd av torka. Den följande framställningen grundar sig därmed på resultaten från 28 enskilda fältförsök med sammanlagt 40 försöksår, varav 28 från 1:a och 12 från 2:a årets vall. Av dessa härrör 22 från norra Sverige (Norrland plus Dalarna) och 18 från södra Sverige (Götaland och Svealand utom Dalarna). I norrgruppen ingår 16 försök i 1:a årets vall och 6 i 2:a årets vall, medan södergruppen består av 12 försök i 1:a årets vall och 6 i 2:a årets vall. I den följande framställningen





Figur 2. Biomassaskördens relativa storlek (biologisk skörd) i huvudskörden vid olika skördetider i fältförsök i rörflenvall till biobränsle och fiberråvara åren 1991 och 1992. Kvävegödslingsnivå 150 kg/ha N. Medeltal av 16 1:a årets och 6 2:a årets vallar i norra Sverige samt 12 1:a årets och 6 2:a årets vallar i södra Sverige.

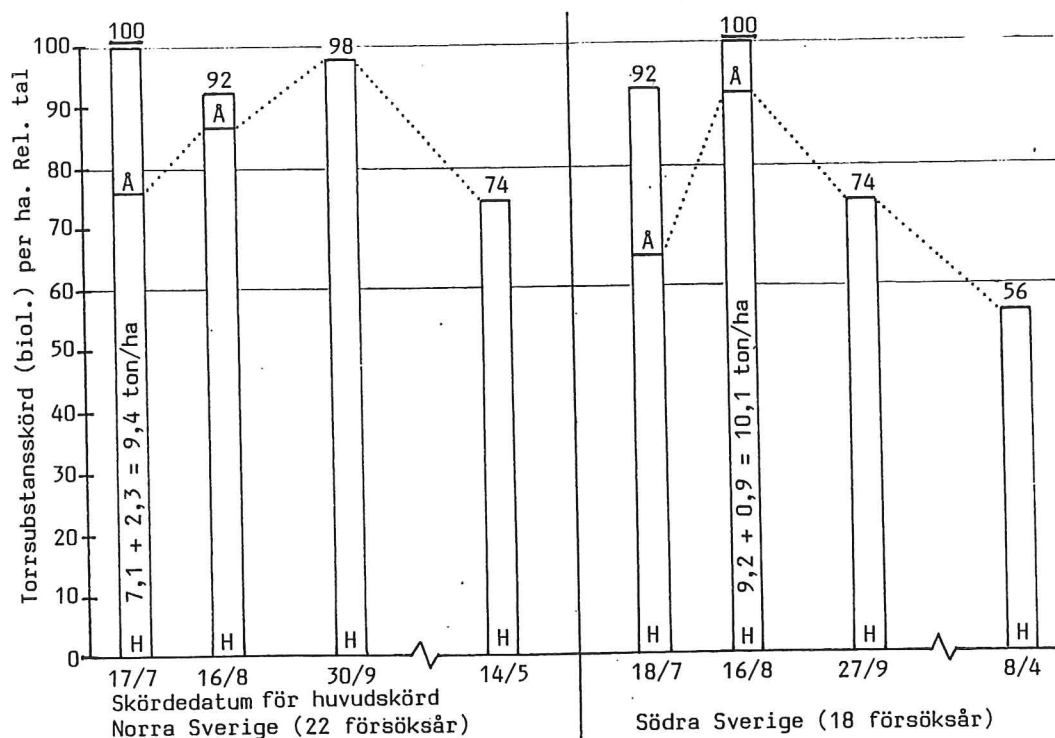
har nämnda indelning av försöken i en norrgrupp och en södergrupp tillämpats i de fall en sådan indelning visat sig motiverad och ändamålsenlig.

Eftersom samtliga försök inom projektet även pågår 1993/94 och somliga är planerade att fortsätta ytterligare ett par år t.o.m. 5:e årets vall, är de i denna rapport redovisade resultaten *preliminära*. Emellertid står de i denna rapport redovisade resultaten på en avsevärt fastare grund än resultaten i den första rapporten från projektet (Lomakka 1992). Resultaten är grundade på en tre gånger så stor fältförsöksvolym åren 1991-1992 som resultaten i den första rapporten, som grundades endast på försöken år 1991 i 1:a årets vallar. Resultaten i de båda rapporterna pekar dock genomgående i samma riktning, även om några tydliga gradskillnader i effekter förekommer. Så är exempelvis nedgången av halten av N, P, K, Ca, Mg, och Cl från augustiskörd till vårskörd genomgående mindre, i synnerhet av N, än vad det första årets försök visade.

Framställningen är inriktad på att ge en översiktlig och sammanfattande bild av hittills erhållna resultat från projektet som helhet. Resultaten av försöken i varje enskild försöksserie inom projektet redovisas därför endast i tabellform i slutet av rapporten (tabell 1-11).

### 31. Biomassaskördens storlek vid olika skördetider (biologisk skörd)

I figur 2 och 3 illustreras den biologiska biomassaskördens storlek i rörflenvallar vid olika skördetider för huvudskörden. I figur 2 ingår endast huvudskörden, medan figur 3 visar den sammanlagda storleken av huvudskörd och återväxtskörd. Med biologisk skörd avses här storleken på skörden (bruttoskörden) vid slåttern. Den innefattar således även fältförlusterna eller bärgningsförlusterna, som uppkommer senare under skördeprocessen fram t.o.m. bärgningen. (Biologisk skörd - fältförluster = bärgad skörd). Skördens storlek vid de olika skörde-



Figur 3. Biomassaskördens relativa storlek (biologisk skörd) i huvudskörd (H) + återväxtskörd (A) vid olika skördetider i fältförsök i rörlenvall till biobränsle och fiberråvara åren 1991 och 1992. Återväxtskörd omkring 1 oktober. Kvävegödslingsnivå 150 kg/ha N. Medeltal av samma antal fältförsök som i figur 1.

tiderna uttrycks med relativtal i förhållande till storleken på skörden vid den skördetid, som givit den högsta skörden.

Skördarna grundas på samtliga i projektet ingående försöksserier och enskilda fältförsök och gäller för kvävegödslingsnivån 150 kg N/ha. Vårskördens storlek är baserad på det antal försök som anges i figurerna. Samma gäller för augustiskörden i norra Sverige, men i södra Sverige ligger färre försök bakom augustiskörden. Juli- och höstskörden är genomgående baserad på ett färre antal försök, eftersom dessa skördetider inte finns i samtliga. Trots dessa luckor i resultatmaterialet är tillvägagångssättet att hantera resultaten försvarligt med hänsyn till hur de enskilda fältförsöken i de olika försöksserierna är lokaliserade.

Syftet med uppdelningen av resultaten på norra resp. södra Sverige är främst att visa rörlenvallens tillväxtförlopp och vid vilken skördetid för huvudskörden torrsubstansavkastningen är högst i de båda delarna av landet. De i figurerna angivna tidpunkterna för de olika skördetiderna är medelvärden. Spridningen mellan de enskilda fältförsöken runt medelvärdena rör sig bara om några få dagar när det gäller skördetiderna i juli, augusti och på hösten såväl i norr som söder och även vårskördetiden i norr. Däremot var spridningen mellan försöken runt medeldatum för vårskörden i söder stor, från slutet av mars till slutet av april.

I norra Sverige pågick rörlenvallarnas tillväxt av biomassa under hela vegetationsperioden. Den största mängden biomassa i huvudskörden erhöles vid höstskördetiden i månadsskiftet september/oktober nära vegetationsperiodens slut. Vid skörd av huvudskörden i mitten av juli erhöles ca 20 % mindre, i mitten av augusti ca 10 % mindre och på våren inemot 25 % mindre än på hösten.

I norra Sverige blev den sammanlagda mängden torrsubstans från huvudskörden i juli plus återväxtskörden efter denna på hösten praktiskt taget lika stor som från huvudskörden på



hösten. Återväxten utgjorde då nära 25 % av den sammanlagda skörden. Den sammanlagda mängden från huvudskörd i augusti och återväxtskörd på hösten blev ca 8 % lägre, eftersom återväxten blev liten. Denna utgjorde endast ca 6 % av totalmängden.

I *södra Sverige* upphörde däremot rörflenvallarnas tillväxt av biomassa redan på sensommaren. Den högsta mängden biomassa i huvudskörden erhöles vid skörd i mitten av augusti. Vid skörd av huvudskörden i mitten av juli erhöles nära 30 % mindre, på hösten ca 20 % mindre och på våren nära 40 % mindre än i augusti. I söder blev även den sammanlagda mängden torrsubstans från huvudskörd och efterföljande återväxtskörd på hösten störst, när huvudskörden togs i augusti. Fastän återväxten blev stor efter huvudskörd i juli, gav dessa ändå sammanlagt ca 8 % mindre.

Skulle man välja att inte uppskjuta skörden av rörflenvallen till påföljande vår, måste skörden utföras i augusti medan betingelser för fälttorkning av grödan på slag ännu föreligger. I södra Sverige erhålls då också den högsta biologiska skörden av biomassa. I norra Sverige innebär denna skördetid att man inte kan utnyttja rörflenvallens hela tillväxt, eftersom denna fortsätter ända till vegetationsperiodens slut, utan får nöja sig med ca 90 % av hela årstillväxten.

En jämförelse av storleken på den biologiska skörden av biomassa från rörflenvall i de anförda fältförsöken åren 1991-1992 i norra och södra Sverige visar, att huvudskörden vid den skördetid som gav högst skörd var i genomsnitt närapå lika stor i norr som i söder, drygt 9 ton/ha torrsubstans. Den sammanlagda mängden av huvudskörd och återväxt från det högst avkastande skördetidsalternativet i resp. område visar däremot, att mängden torrsubstans blev i genomsnitt drygt 10 ton/ha i söder mot knappt 9,5 ton i norr. Talen för södra Sverige baseras emellertid på försök som till 2/3 utfördes år 1992, då den ovanligt torra våren och försommaren i söder missgynnade vallarnas tillväxt. Motsvarande torka rådde inte i norr, där vallarnas väderbetingade tillväxtmöjligheter var mera normala. Den gjorda jämförelsen mellan avkastningen i norr och söder är därför föga adekvat, vilket också visade sig 1991 då avkastningen av biomassa från jämförbara 1:a årets rörflenvallar var större i söder än i norr.

Kvaliteten på återväxten av rörflenvall, som skördas på hösten efter det att huvudskörden tagits i juli eller augusti, motsvarar inte kvalitetskraven på biomassa till biobränsle och/eller fiberråvara. Återväxten är emellertid trots den sena skörden ett användbart grovfoder, bladrikt och med relativt bra fodervärde. Halten omsättbar energi uppgick till ca 9,5 MJ/kg torrsubstans. Återväxtens råproteinhalt var efter huvudskörd i juli ca 11 % och efter huvudskörd i augusti ca 18 % av torrsubstansen. Efter huvudskörd i augusti blev återväxten emellertid så liten såväl i söder som i norr, att det knappast varit lönsamt att skörda men väl att beta den. Genom en något tidigare återväxtskörd efter huvudskörden i juli skulle man erhålla något lägre skörd men högre foderkvalitet.

En intressant och viktig fråga är om, och i så fall i vilken grad, de olika skördetiderna för huvudskörden (augusti, höst och vår) och de tidiga huvudskördetiderna i juli och augusti i kombination med återväxtskörd på hösten kommer att påverka rörflenvallens vinterhärdighet och uthållighet i fråga om avkastning. Svar på den frågan ger inte de hittills erhållna resultaten, eftersom merparten av försöken endast skördats i 1:a årets vall och en mindre del i 2:a årets vall. Efter det att de pågått några år till, bör de ge svar på den ställda frågan.

### **32. Vinterförluster av biomassa vid tillämpning av vårskörd**

Som framgått av föregående avsnitt blev den biologiska skörden av torrsubstans på rörflenvallar störst, när huvudskörden togs på sensommaren (i mitten av augusti) i södra Sverige.



Detta gällde vid tillämpning såväl av en-skördesystem som av två-skördesystem med återväxtskörd på hösten. I norra Sverige däremot erhöles den största skörden inte förrän mitt på hösten i månadsskiftet september/oktober, någon vecka före växtsäsongens slut. Då blev huvudskörden där lika stor som den sammanlagda skörden av huvudskörden i juli och återväxtskörden på hösten.

I en-skördesystemet blev skörden av torrsubstans vid vårskörd nästan 25 % mindre än vid höstskörd i norra Sverige. I södra Sverige gav vårskörd nästan 40 % mindre än sensommarskörd (figur 2). Hälften av förlusten i södra Sverige uppkom emellertid redan mellan mitten av augusti och slutet av september, samtidigt som biomassan ökade med drygt 10 % i norr. Detta innebär att förlusten av biomassa mellan månadsskiftat september/oktober och påföljande vår var lika stor, knappt 25 % både i södra och norra Sverige.

I södra Sverige är sålunda sensommarskörd det givna alternativet till vårskörd av rörflenvallar. Samma sak gäller också i norra Sverige, även om man där skulle få den största skörden vid tillämpning av höstskörd, men det går inte att fälttorka grödan på slag till lagringsduglighet så sent på säsongen som i slutet av september. I detta sammanhang är det följaktligen storleken på torrsubstansförlusterna (nettoförlusterna), som uppkommer genom biologisk, kemisk och fysikalisk nedbrytning av biomassa i den stående orörda grödan under tiden från ca mitten av augusti till påföljande vår, som är av intresse både i norr och söder. Dessa förluster, som utgör skillnaden mellan storleken på biologisk skörd i augusti och biologisk skörd påföljande vår av torrsubstans, benäms här "*vinterförluster*". Denna term används här för att särskilja dem från s.k. *fältförluster* (stundom kallade bärgningsförluster), som uppkommer under skördeprocessen (slätter, torkning på fältet och bärgning av grödan) och utgör skillnaden mellan biologisk och bärgad skörd vid en viss skördetid.

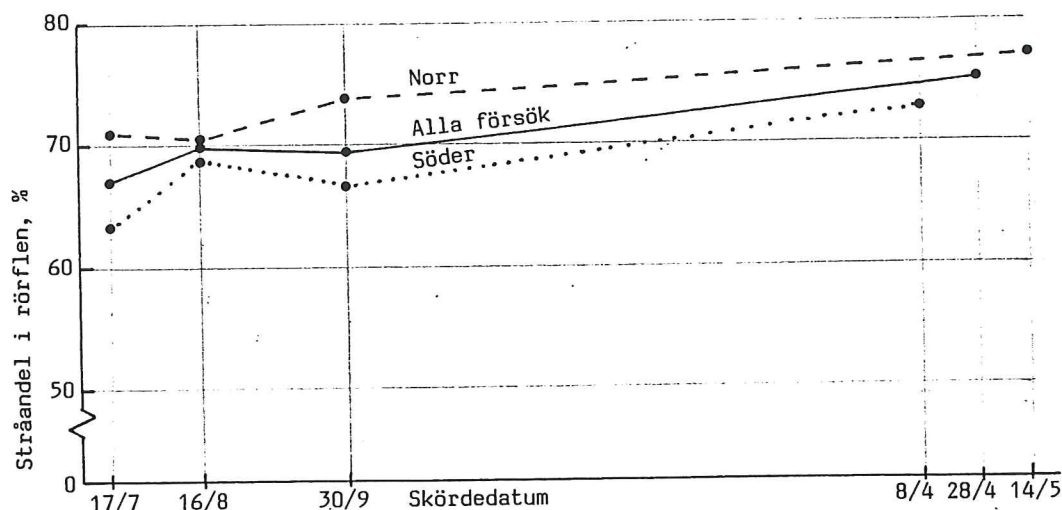
Med den nämnda definitionen och på grundval av skörderesultaten från samtliga under åren 1991 och 1992 genomförda fältförsök i projektet (se figur 2), *uppgick vinterförlusterna i södra Sverige till knappt 40 % och i norra Sverige till knappt 15 %*. Det är att märka, vilket också påpekas här ovan, att de låga vinterförlusterna i norra Sverige är nettoförluster, eftersom biomassamängden ökade till att börja med under förhösten, för att först därefter minska. I södra Sverige uppkom däremot hälften av vinterförlusterna redan under förhösten.

Vinterförlusterna är sålunda av anseelig storlek, i synnerhet i södra Sverige, och är en stor nackdel för vårskördekonceptet.

### **33. Skördens strå/bladfördelning och innehåll av växtnärings- och vissa processtörande ämnen vid olika skördetider**

I figur 4 illustreras *stråandelens* nivå och förändring från skördetid till skördetid i den biologiska huvudskörden av rörflenbiomassa i rörflenvall, som kvävegödslats med 150 kg/ha N. Stråandelen ökade i genomsnitt från augusti till påföljande vår med 5 %-enheter, från 70 till 75 %. I norra Sverige var stråandelen några procentenheter högre än i södra Sverige.

En beräkning baserad på den biologiska skördens storlek och strå/bladfördelning vid augusti-skörd och vårskörd enligt figur 2 och 4 visar, att vinterförlusterna av strå uppgick till ca 35 % och av blad till ca 45 % i södra Sverige, att jämföras med vinterförluster av biomassa totalt på knappt 40 %. Samtidigt uppgick vinterförlusterna i norra Sverige av strå till ca 6 % och blad till nästan 35 %. (Jämför avsnitt 32). Vinterförlusterna blev sålunda procentuellt mindre av strån än av blad, i synnerhet i norra Sverige, där vinterförlusterna av strån blev mindre än av blad inte bara procentuellt utan även i absoluta tal.

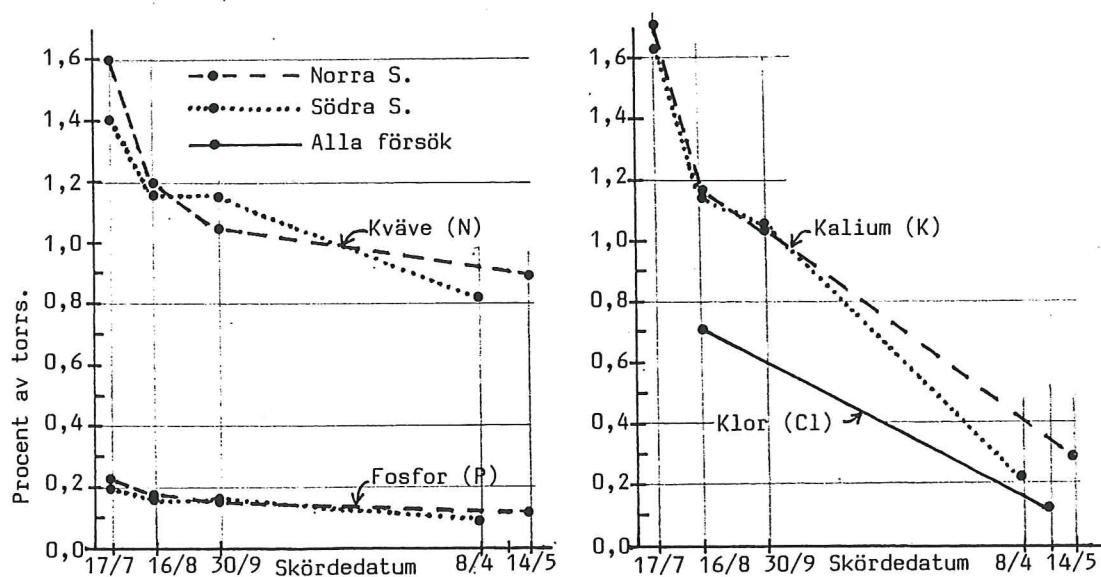


Figur 4. Stråandel i huvudskörden av rörflenbiomassa vid olika skördetider i fältförsök i rörflenvall till biobränsle och fiberråvara åren 1991 och 1992. Kvävegödslingsnivå 150 kg/ha N. Medeltal av samma antal fältförsök som i figur 1.

Att strådelen är högre på våren och att vinterförlusterna procentuellt är mindre i strå- än i bladfraktionen är till vårskördekonceptets fördel.

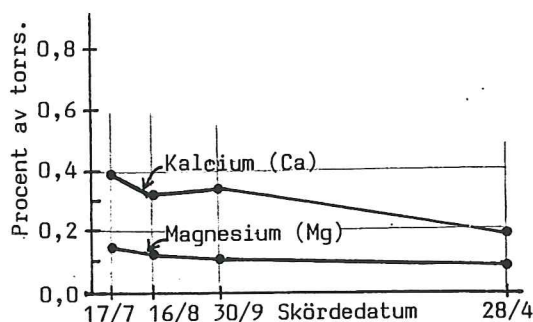
Figur 5 och 6 visar *halterna* av växtnäringsämnena *kväve*, *fosfor*, *kalium*, *kalций* och *magnesium* samt av det "processtörande" ämnet *klor* i den biologiska huvudskörden från olika skördetider av rörflenvall, som kvävegödslats med 150 kg/ha N. Förutom klor är också kalium ett kraftigt processtörande ämne vid användning av rörflen som bränsle.

Halten av alla de sex nämnda ämnena minskade snabbt mellan juli och augusti, varefter minskningen fortsatte i långsammare takt till påföljande vår. Sålunda uppgick halten av resp. ämne till följande procenttal vid vårskörden jämfört med halten vid augustiskörden: Kväve (N)



Figur 5. Halter av kväve, fosfor, kalium och klor i huvudskörden av biomassa vid olika skördetider i fältförsök i rörflenvall till biobränsle och fiberråvara åren 1991 och 1992. Kvävegödslingsnivå 150 kg/ha N. I fråga om kväve, fosfor och kalium utgör värdena medeltal av 16 fältförsök i norra och 16 i södra Sverige, varav 10 i 1:a årets vall och 6 i 2:a årets vall i vardera området. Klorhalterna är medelvärden av sammanlagt 13 fältförsök.





Figur 6. Halter av kalcium och magnesium i huvudskörden av biomassa vid olika skördetider i fältförsök i rörlenvall till biobränsle och fiberråvara åren 1991 och 1992. Kvävegödslingsnivå 150 kg/ha N. Medeltal av 23 fältförsök, varav 14 i 1:a årets och 9 i 2:a årets vall.

och magnesium (Mg) ca 70 %, fosfor (P) och kalcium (Ca) ca 60 %, kalium (K) drygt 20 % och klor (Cl) knappt 20 %. De angivna värdena gäller både för norra och södra Sverige.

Den lägre halten är till vårskördekoncep- tets fördel beträffande alla de sex nämnda ämnena vid utnyttjande av rörlenvall- massa till såväl bränsle som fiberråvara. I synnerhet är den kraftigt minskade halten av kalium och klor i vårskördad rörlenvall en stor fördel vid användning av skörden som bränsle. Den lägre halten av växt- näringsämnena är också till vårskörde-

konceptets fördel ur växtnäringssynpunkt. För detta redogörs närmare i avsnitt 34.

Effekten av gödsling av rörlenvallen med klorhaltig kaliumgödsel i form av kalisalt (KCl), med klorfri kaliumgödsel i form av kaliumsulfat ( $K_2SO_4$ ) och med gräsaska i försöksserie R8-533 visar, att vid augustiskörd närapå halverades grödans klorhalt genom att vallen gödslats med kaliumsulfat eller gräsaska i stället för kalisalt. Klorhalten uppgick då till 0,7 % i torrsubstansen efter kalisaltgödsling mot 0,4 % efter gödsling med kaliumsulfat eller gräsaska. Vid vårskörden påföljande vår hade klorhalten i grödan minskat till den låga nivån på omkring 0,1 % av torr- substansen efter alla tre gödselslagen. Vid tillämpning av sommarskörd av rörlenvall till bio- bränsle kan det skadliga klorinnehållet i grödan sålunda reduceras kraftigt genom att använda klorfri handelsgödsel eller gräsaska som gödsel. Vid tillämpning av vårskörd tycks man där- emot kunna använda det billiga kalisaltet utan risk för högre klorhalt i grödan än om klorfri gödsel används.

De ovannämnda ämnena förekommer utan undantag i högre koncentration i *rörlenvallens blad än i dess strån* i sensommarskörden, och även i vårskörden påföljande vår med undantag av klor, som då finns i ungefär samma koncentration i blad och strån. Halterna av dessa ämnen i blad och strån i sensommarskörd och vårskörd av rörlenvall framgår av nedanstående tablå, som utgör genomsnittsvärden av hittills framkomna resultat från fältförsök inom projektet. (Kvävegödslingsnivån i dessa försök är 150-200 kg/ha N.)

Skördetid	Halter i blad:						Halter i strån:					
	N	P	K	Ca	Mg	Cl	N	P	K	Ca	Mg	Cl
<i>I % av torrsubstans:</i>												
Augusti	2,3	0,24	1,3	0,60	0,21	0,94	0,65	0,11	0,81	0,11	0,06	0,50
Påföljande vår	1,7	0,18	0,31	0,32	0,08	0,12	0,59	0,07	0,21	0,11	0,04	0,13
<i>Relativa tal (rel.tal = 100 för resp. ämne vid augustiskörd):</i>												
Påföljande vår	74	75	24	53	36	13	91	60	26	100	71	26
<i>Relativa tal (rel.tal = 100 för resp. ämne i blad):</i>												
Augusti							29	46	62	18	27	53
Påföljande vår							35	37	68	34	53	108

I augustiskörden var bladens halt av Ca ungefär 5 gånger, av Mg och N  $3\frac{1}{2}$  gånger samt av P, Cl och K i runt tal dubbelt så hög som strånas. I vårskörden var den relativa skillnaden mellan bladens halt och strånas halt av ämnena mindre. Detta berodde på att bladen förlorat ämnena i



relativt sett snabbare takt än stråna under vintern genom utlakning och omlokalisering inom växten. Detta framträder tydligast för de mera lättlösliga ämnena klor, kalium och magnesium.

Sålunda visar en jämförelse mellan halterna av de olika ämnena i augusti och på våren, att minskningen av halten av de ur produktanvändarens synpunkt mest besvärande ämnena Cl och K var relativt sett betydligt större från augusti till våren både i blad och strån än vad motsvarande minskning av de andra ämnena var.

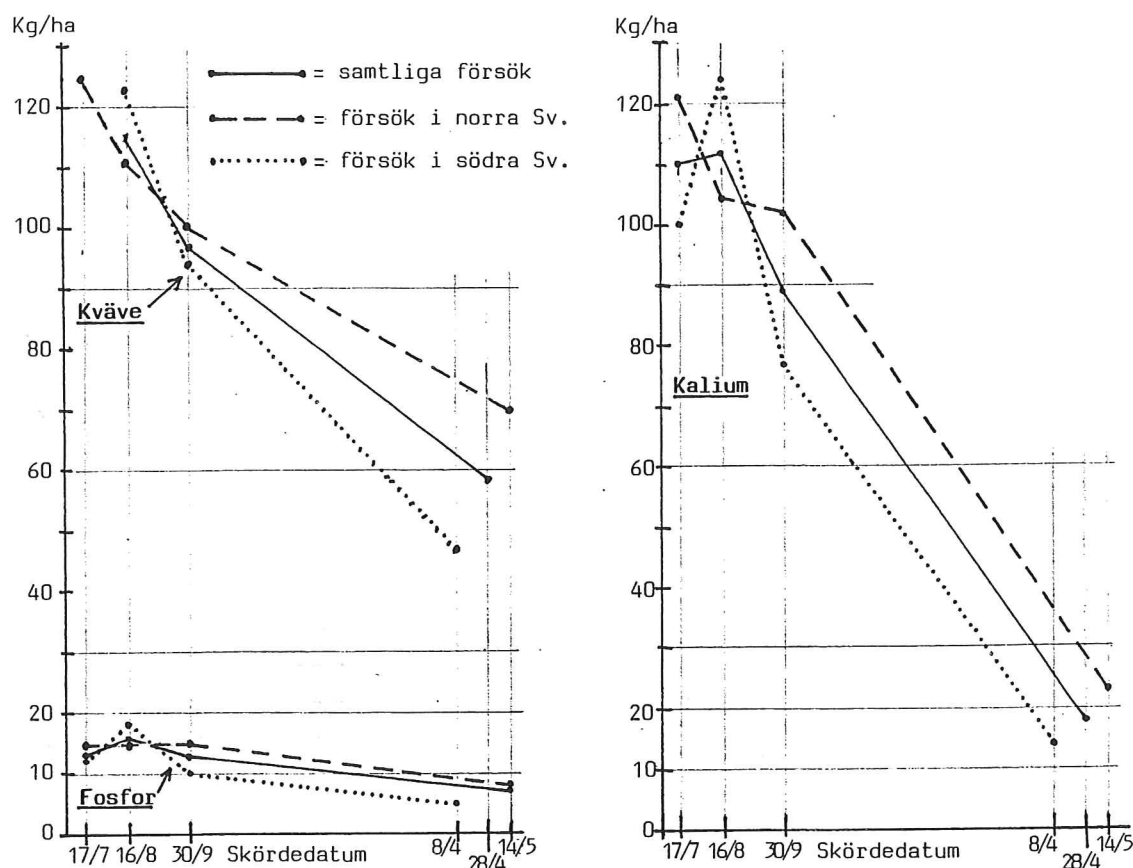
Den högre halten av de ovan nämnda ämnena i rörflenens blad än i dess strån talar för användning av odlingsmaterial (sorter) med hög strå/blad-kvot vid produktion av biobränsle och fiberåvara. Detta gäller oavsett om rörflenvallen skördas på sommaren eller påföljande vår.

#### ***34. Bortförsel av växtnäring med grödan vid olika skördetider***

Som det framgår av de föregående avsnitten blir både skörden av biomassa och biomassans halt av olika växtnäringssämnen lägre i rörflenvall, när vallen skördas först påföljande vår i stället för på sommaren. Biomassaminskningen orsakas av biologiska, kemiska och fysikaliska nedbrytningsprocesser under hösten och vintern (vinterförluster). Växtnäringshalterna i skörden minskar samtidigt till följd av utlakning och omlokalisering av växtnäringssämnen från växtens ovanjordiska delar till stolonier och rötter. Härav följer att mängden av med skörden bortförda växtnäringssämnen från fältet blir betydligt mindre vid vårskörd än vid skörd på sommaren eller hösten. Detta illustreras i figur 7, som visar mängderna i den biologiska skörden av kväve, fosfor och kalium från rörflenvall vid fyra olika skördetider för huvudskörden (juli, augusti, höst och påföljande vår). Diagrammen grundas på resultaten av sammanlagt 32 fältförsök åren 1991 och 1992. Bortförseln av kväve och kalium var störst vid sommar-skörd såväl i norra som i södra Sverige. Fosforbortförseln var störst vid augustiskörden i södra Sverige medan den i norra Sverige låg på samma nivå från juli till hösten.

Vid höstskörden i månadsskiftet september/oktober var bortförseln av kväve i södra Sverige ca 25 % mindre samt av kalium och fosfor omkring 40 % mindre än vid augustiskörden. Samtidigt var bortförseln av kväve i norra Sverige endast ca 10 % lägre än vid augustiskörden och av fosfor och kalium lika stor. Den minskade bortförseln av de tre växtnäringssämnena vid höstskörd jämfört med augustiskörd i södra Sverige korresponderar väl med nedgången i biomassaskörden mellan de båda skördetiderna (jämför avsnitt 31). Att växtnäringsbortförseln i norra Sverige var ungefär lika stor vid höstskörd som augustiskörd står också i samklang med att rörflenvallens tillväxt fortsatte där ända till höstskörden.

Från praktikens synpunkt är en jämförelse av bortförseln av de nämnda växtnäringssämnena från rörflenvallen vid sensommarskörd (augusti) och vid vårskörd av störst intresse i sammanhanget. I södra Sverige bortfördes med huvudskörden i augusti i genomsnitt ca 120 kg kväve (N), 18 kg fosfor (P) och 120 kg kalium (K) per ha. Med vårskörden påföljande vår var bortförseln mycket mindre och uppgick till ca 50 kg kväve, 5 kg fosfor och 15 kg kalium per ha. Bortförseln med vårskörden i södra Sverige motsvarade sålunda beträffande kväve ca 40 %, fosfor 30 % och kalium endast 10 % av vad som bortfördes med augustiskörden. I norra Sverige var skillnaden i växtnäringsbortförseln mellan augustiskörd och vårskörd mindre än i södra Sverige. Där bortfördes med augustiskörden ca 110 kg kväve, 15 kg fosfor och drygt 100 kg kalium per ha, medan bortförseln med vårskörden påföljande vår uppgick till ca 70 kg kväve, 8 kg fosfor och 25 kg kalium per ha. Bortförseln med vårskörden i norra Sverige motsvarade sålunda beträffande kväve ca 60 %, fosfor 50 % och kalium 20 % av vad som



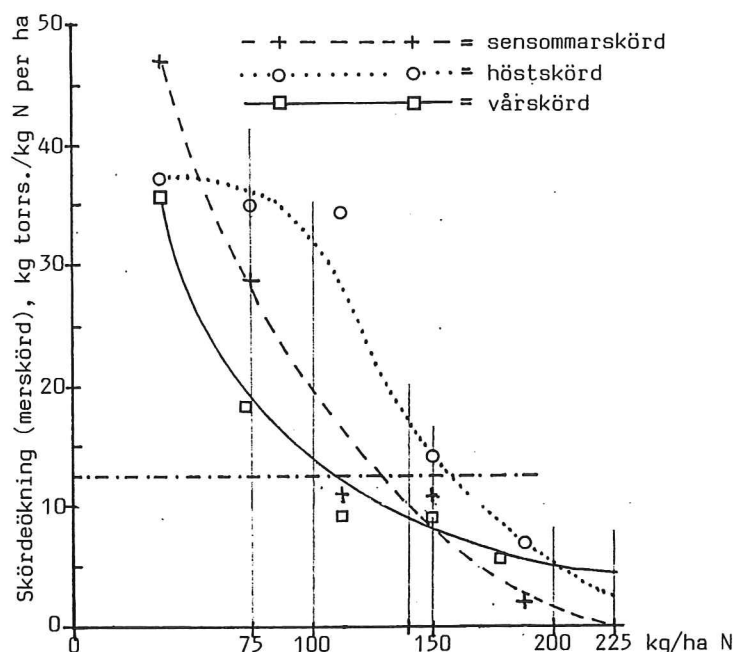
Figur 7. Innehåll (bortförsel med grödan) av växtnäringsämnen kväve, fosfor och kalium i huvudskörden av biomassa vid olika skördetider i fältförsök i rörlenvall till biobränsle och fiberråvara åren 1991 och 1992. Kvävegödslingsnivå 150 kg/ha N. Medeltal av 16 fältförsök i norra och 16 fältförsök i södra Sverige, fördelade på 10 i 1:a årets och 6 i 2:a årets vall inom vardera området. - (Innehållet i återväxtskörden på hösten efter huvudskörd i juli resp. augusti ingår ej i värdena i diagrammet. Återväxten efter huvudskörd i juli innehöll i medeltal ca 45 kg N, 8 kg P och 65 kg K per hektar.)

bortfördes vid augustiskörden. Att bortförseln med vårskörden i norra Sverige var större än i södra Sverige jämfört med bortförseln med augustiskörden stämmer väl med storleken på vinterförlusterna av biomassa i de båda områdena (jämför avsnitt 31). Dessa var avgjort större i södra än i norra Sverige.

Ovan angivna mängder av bortförda växtnäringsämnen från rörlenvallar är relaterade till den biologiska skörden av biomassa, inte till den bärgade. Bortförseln av växtnäringsämnen med den bärgade skörden kan dock tills vidare approximativt beräknas utgöra en procentuellt lika stor andel av mängden av dessa ämnen i den biologiska skörden som den bärgade skörden procentuellt utgör av den biologiska skörden. Detta kan göras utan risk för underskattning av bortförseln med den bärgade skörden av följande skäl: Bestämningar av fältförlusternas storlek, som redovisas i avsnitt 36, antyder att förlusten av blad var något större än förlusten av strån i samband med slåtter, fälttorkning och bärgning av grödan. Eftersom halterna av växtnäringsämnen är högre i blad än i strån, följer därav att halterna bör vara något lägre i den bärgade än i den biologiska skörden, vilket även framkommer i ett mindre antal bestämningar av halterna i bärgad skörd.

Den låga mängden av bortförda växtnäringsämnen vid vårskörd jämfört med sensommarskörd kan förväntas innebära, att insatsen av de tre växtnäringsämnena kväve, fosfor och kalium i form av handelsgödsel borde kunna minskas vid konsekvent tillämpning av vårskörd av rörlenvallen. Detta kan ses som en fördel för vårskördekoncept, eftersom kostnaderna för insatsmedel i odlingen därigenom minskas. Det är dock viktigt att observera att den lägre bortförseln





Figur 8. Ungefärlig, orienterande bild av verkan av stigande kvävegivor på mängden biomassa i huvudskörden vid olika skördetider i fältförsök i rörflenvall till biobränsle och fiberråvara i 1:a och 2:a årets vall 1991 och 1992. - Diagrammet ger endast en orienterande och principiell bild av verkan per kg tillfört N vid olika N-nivåer, eftersom det är baserat på ett mycket begränsat och ofullständigt försöksunderlag (se texten).

vid vårskörd bara till en del beror på lägre halter av växtnäringsämnen i skörden. Den är också förknippad med en kraftigt sänkt skördenivå. Detta har betydelse för både intäkts- och kostnadssidan i rörflenodlingens ekonomiska kalkyl. Än så länge saknas kunskap om den optimala insatsen av kväve-, fosfor- och kaliumgödsel till rörflenvall vid konsekvent tillämpning av vårskörd. Endast några få orienterande försök avseende kväve pågår. Det är angeläget att undersökningar i form av mångåriga fältförsök påbörjas utan dröjsmål för att klarlägga den optimala insatsen av de tre växtnäringsämnena vid tillämpning av vårskörd, eftersom gödselinsatsen och dess inverkan på skördenivån har avgörande betydelse för ekonomin vid odling av rörflenvall till biobränsle och fiberråvara.

### 35. Verkan av kvävegödsling på biomassaskördens storlek vid olika skördetider

I projektet ingår bara ett enda orienterande försök i rörflenvall (R8-528B) som är utformat i syfte att klarlägga utbytet av kvävegödsling vid olika skördetider. Försöken i serierna R8-533 och -911 innehåller också moment med vars hjälp utbytet av kvävegödsling kan kalkyleras, men bara mellan två olika kvävenivåer, inte mellan successivt stigande kvävegivor. Försöken har hittills bara pågått i 2 år, d.v.s. bara t.o.m. 2:a årets vall, och visar därför inte ännu de i sammanhanget viktiga ackumulerade effekterna av kvävetillförseln under en flerårig vallperiod.

På grundval av detta ofullständiga och till sin omfattning ytterst betränsade underlag har diagrammet i figur 8 konstruerats. Det visar utbytet av torrsustans per kg tillfört kväve på olika kvävegödselnivåer vid sensommar-, höst- resp. vårskörd. Här är det angeläget att framhålla och kraftigt understryka, att kurvornas förlopp i diagrammet är osäkra och ungefärliga och bara avser att belysa sambanden principiellt. De kan därför inte användas vid kalkylering av optimala kvävegödselnivåer. Däremot visar kurvornas olika form och läge skördetidens inverkan och betydelse för utbytet av kväveinsatsen och understryker det i föregående avsnitt påtalade behovet av undersökningar för att klarlägga sambandet mellan gödselinsats och skördeutbyte vid vårskörd med sensommarkörd som referensskördetid.

Vid 1993 års kvävegödselspris på 6,30 kr/kg N i kalkkammonsalpeter och ett antaget pris på 50 öre/kg rörlentorrsubstans, erfordras en merskörd av minst 12,5 kg torrsubstans per ha för varje ytterligare insatt kg kväve per ha för att betala kvävet. Här antyder diagrammet att balanspunkten eller lönsamhetsgränsen (d.v.s. den kvävenivå vid vilken värdet av merskörden balanserar kvävekostnaden) ligger på en lägre nivå vid vårskörd än vid sensommarkörd. Vid vilken nivå den ligger återstår, som framhållits här ovan, att klarlägga.

### **36. Skördeprocessens genomförande (slåtter - fälttorkning - bärgning) vid sensommar- och vårskörd**

I en speciell försöksserie (R8-528), som består av storskaliga, icke konventionella fältförsök i rörlenvall med i genomsnitt ca 1 400 kvm stora försöksrutor, undersöks möjligheten att skörda, fälttorka grödan på slag till lagringsduglighet och bärga grödan, när denna nått ett sent ("moget") utvecklingsstadium. Försöksserien består av fem treåriga fältförsök, som startades 1991 i 1:a årets rörlenvall. Försökens lokalisering framgår av avnitt 22.

Kravet på skörd vid sent utvecklingsstadium och samtidig torkning av grödan på slag innebär i praktiken att bara två skördetider står till buds. På sensommaren, men inte senare på säsongen, bör det normalt vara möjligt att torka grödan på slag med de kvalitetskrav som gäller för bio-bränsle och fiberråvara. Den andra skördetiden är påföljande vår efter det att grödan stått kvar på rot över vintern. Då är de båda kraven på mognadsstadium och torkningsmöjlighet bäst tillgodosedda. Erfarenheterna av vårskörd och därmed förknippade frågor är emellertid ytterst begränsade.

I de nämnda storskaleförsöken ingår de två skördetiderna sensommarkörd och vårskörd som huvudmoment, varav sensommarkörden är referensskördetid. Båda skördetidsmomenten innehåller två submoment bestående av en skonsam och en intensiv maskinell behandling av grödan under skördeprocessen. - Termen "*skördeprocess*" används i detta sammanhang som ett samlingsbegrepp, omfattande åtgärderna slåtter, vändningar med hövändare, strängläggning och bärgning av grödan vid vallskörd.

I den *skonsamma processen* används traditionella maskiner för konventionell vallskörd. Slåttern utförs med knivbalk. Hövändare och strängläggare framförs varsamt i syfte att nedbringa fältförlusterna (låg fart och lågt varvtal på arbetsorganen). Grödan vänds bara efter regn för att minska körmängden. I den andra mera *intensiva processen* utförs slåttern med slåtterkross och grödan vänds oftare än bara efter regn för att påskynda torkningen, varvid hövändaren körs fortare och med högre varvtal på arbetsorganen än i den skonsamma processen. Det sistnämnda behandlingsmomentet bör också visa om grödans strå/blad-kvot ändras genom en intensivare mekanisk hantering av grödan.

Syftet med dessa storskaleförsök är, förutom att fastställa fältförlusternas storlek och den bärgade skördens storlek och sammansättning samt uppkomsten av körsador på vallen och jorden, att klarlägga de praktiskt-tekniska möjligheterna att genomföra skördeprocessen vid sensommarkörd och vårskörd av rörlenvall. Vidare skall frågor och problem rörande skördeprocessen belysas med särskild fokusering på vårskörden.

I det följande redovisas erfarenheterna från de två första åren 1991 och 1992 ifråga om skördeprocessens genomförande. De rent maskintekniska frågorna såsom maskinernas funktion och arbetsresultat samt åtgång av maskintid och dylikt redovisas emellertid inte här, utan görs separat i annat sammanhang.



Det har visat sig att det gått att genomföra skördeprocessen rent praktiskt-tekniskt vid *vårskörd* utan anmärkningsvärda svårigheter vad slätter, markbärighet och framkomlighet beträffar på alla fem försöksplatserna båda åren. Detta måste dock ses mot bakgrunden av att vädret vintern innan var ovanligt gynnsamt ur vårskördesynpunkt. Såväl vintern 1991/92 som 1992/93 före vårskörden våren 1992 resp. 1993 var extremt mild (jämför avsnitt 23). Även snötäcket var för det mesta tunt och kortvarigt. Detta medförde att grödan i försöken i flera fall inte blev så hårt nedtryckt mot marken av snön. I de tre sydligast belägna försöken i Värmland, Uppland och Medelpad noterades stråstyrkan på våren båda åren i genomsnitt till 2 i skalan 0-10 (0 = helt liggande och 10 = helt upprätt bestånd), vilket underlättade slåttern. I försöken i Västerbotten och Norrbotten låg stråstyrkan mellan 0 och 1, vilket gjorde slåttern svårare, speciellt med slätterknivbalk i den skonsamma hanteringslinjen på försöken.

*Sensommarskörden* 1991 kunde genomföras utan praktiskt-tekniska svårigheter på samtliga platser. Den gick ganska snabbt i Värmland och Uppland, på 11 resp. 3 dagar. På de tre nordligare platserna tog skördeprocessen mellan 2 och 3 veckor, mera beroende på få torkvädersdagar än på mycket regn i augusti.

Sensommaren och förhösten 1992 var däremot regnig med upp till 2 à 2½ gånger mer regn än normalt under andra hälften av juli, i augusti och första hälften av september i västra Svealand och Norrland. I Medelpad och Norrbotten omöjliggjordes sensommarskörden på grund av att den vattenmättade jorden inte bar maskinerna. I stället togs den i början av oktober, när markbärigheten blivit bättre, men fälttorkning av grödan var då inte längre möjlig. På de tre övriga platserna kunde sensommarskörden genomföras men blev både försenad och långdragen, från 3 upp till 5 veckor. Inte förrän i mitten av september blev grödan så pass torr att den kunde bärgas, men torrsubstanshalten nådde inte upp till 85 % utan stannade snarare närmare 80 %.

På sensommaren noterades stråstyrkan till 8 i genomsnitt på de fem platserna. Ingen plats noterade lägre stråstyrka än 5. Därför besvärades inte slåttern av svårt liggande vallbestånd. Däremot beredde den stora mängden gröda (över 30 ton/ha) i ett par fall svårigheter för slätter med slätterknivbalk.

*Torkningen av grödan på slag* vid vårskörd har varit helt oproblematiskt båda åren på de fem platserna. I åtta fall var torrsubstanshalten i grödan 80 % eller högre redan vid slåttern. Endast i två fall låg den under 80 %. I tre fall slogs och bärgades grödan samma dag. I fem fall bärgades grödan dagen efter slåttern. Endast i två fall tog det längre tid (10 dagar) från slätter till bärgning.

Som redan nämnts går torkningen av grödan på slag vid sensommarskörd mycket långsammare och kan under regniga förhållanden bli mycket långdragen. Inte ens under goda torkbetingelser går det att få grödan torr på några dagar, eftersom den växande grödans torrsubstanshalt då är bara ca 30 % och mängden per ytenhet som skall torkas är stor (9 ton/ha torrsubstans motsvarande 30 ton/ha eller 3 kg/kvm grönmassa med 30 % torrsubstans).

I sju fall av tio utfördes sålunda ingen vändning av grödan vid vårskörden, varken vid den skonsamma eller den mera intensiva skördeprocessen. I de tre övriga fallen vändes grödan 1, 2 resp. 3 gånger på båda behandlingsmomenten.

Vid sensommarskörden uppgick antalet vändningar i genomsnitt till 8 i den skonsamma och 9 i den mera intensiva skördeprocessen. Lägsta antalet vändningar var 4 i båda fallen, medan det högsta var 12 i den skonsamma och 14 i den mera intensiva processen. Det höga medelantalet vändningar även vid den skonsamma processen återspeglar också de båda årens ovanligt reg-



niga förhållandena under sensommaren, eftersom grödan vid den processen skulle vändas bara efter regn.

Under fälttorkningen av grödan på slag utfördes torrsubstansbestämningar för att följa torkningsförloppet. I medeltal utfördes 7 sådana bestämningar under sensommarskörden, bestämningarna vid slåtter och bärgning oräknade. Det visade sig att torrsubstanshalten svängde snabbt och kraftigt under de väderförhållanden som rådde de båda åren. Det framgår också att om torrsubstanshalten en gång nått en hög nivå men ånyo sjunkit till en låg nivå vid regn, gick torkningen av grödan därefter mycket snabbt. Ett exempel på detta är att torrsubstanshalten, sedan den fallit från nära 80 % till 35 efter regn, bara på två dagar med bra torkväder och daglig vändning av grödan steg med 50 procentenheter till 85 %, så att grödan kunde bärgas. - Torrsubstansbestämningarna antyder också att den slåtterkrossade grödan torkade något snabbare, men att den också tog upp mera fukt vid regn än den okrossade grödan.

Sammanfattningsvis pekar de hittills vunna erfarenheterna av skördeprocessens praktiskt-tekniska genomförande i storskaleförsöken på följande: Sensommarskörden bör utföras tidigare än vad som förutsattes vid projektets start och påbörjas redan i början av augusti, medan förutsättningarna för fälttorkning av grödan ännu normalt är hyggliga, men som successivt försämras under sensommarens lopp. Vårskörden bör man däremot vänta med till relativt sent på våren i stället för att utföra den så tidigt som möjligt. Dock får man inte vänta så länge att de nya grässkotten blivit så stora att de utgör ett märkbart inslag i den skördade massan. Senareläggningen gör att grödan hinner torka upp så väl, att den kanske inte alls behöver vändas. De mekaniska fältförlusterna av den spröda grödan bör därmed bli mindre (jämför nästa avsnitt). Samtidigt hinner jorden torka upp bättre och bärigheten öka med minskad risk för skador på vallen och jorden genom körningarna.

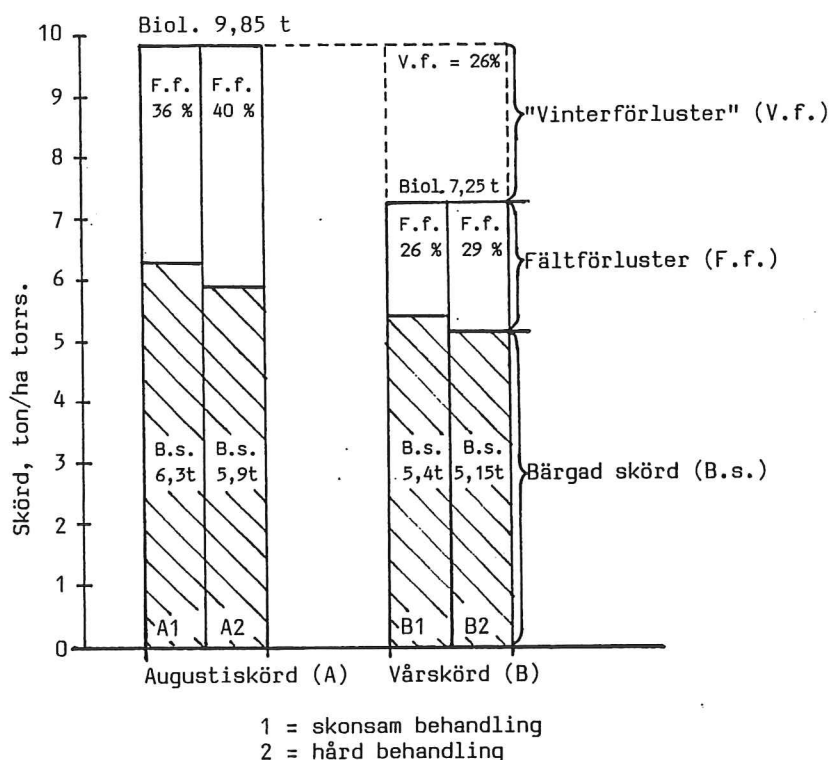
### **37. Fältförluster och bärgad skörd vid sensommar- och vårskörd**

I avsnitt 31 har redogjorts för storleken på den *biologiska biomassaskörden* av rörlenvall vid olika skördetider för huvudskörden på grundval av de hittills framkomna resultaten från samtliga till projektet hörande fältförsök. I de i föregående avsnitt beskrivna storskaleförsöken (R8-528) inom projektet har, förutom den biologiska skördens storlek, också storleken på *fältförlusterna* och den *bärgade biomassaskörden* samt vissa egenskaper hos den bärgade skörden fastställts. Stapeldiagrammet i figur 9 visar den genomsnittliga storleken på biologisk skörd, fältförluster och bärgad skörd av biomassa vid skörd av rörlenvallen på sensommaren (i augusti) resp. påföljande vår i de fem storskaleförsöken åren 1991 och 1992. *Vinterförlusternas* storlek, dvs skillnaden mellan biologisk sensommarskörd och biologisk vårskörd, före vårskörden i dessa försök framgår också av diagrammet.

Den biologiska skörden av torrsubstans i storskaleförsöken var i genomsnitt ca 1,4 ton/ha högre vid sensommarskörd och ca 1,0 ton/ha högre med vårskörd än genomsnittet i samtliga försök (40 st) i projektet. (Jämför avsnitt 31.) Vinterförlusterna av torrsubstans uppgick i genomsnitt till 2,6 ton/ha i storskaleförsöken och till 2,2 ton/ha i projektets samtliga försök. Procentuellt var de lika stora och utgjorde 26 % i båda fallen.

Fältförlusterna av torrsubstans, dvs de förluster som uppkommer under skördeprocessen vid slåtter, fälttorkning på slag och bärgning av grödan, blev höga vid sensommarskörden. Detta var att vänta, eftersom torkningen av grödan på slag i de flesta försöken tog mycket lång tid till följd av det ovanligt regniga vädret båda åren. Fältförlusterna vid vårskörd blev lägre, men ändå oväntat höga med tanke på de gynnsamma vädermässiga förutsättningar som rådde båda åren. Grödan var nämligen i flertalet fall redan så torr när den slogs, att den inte behövde vän-



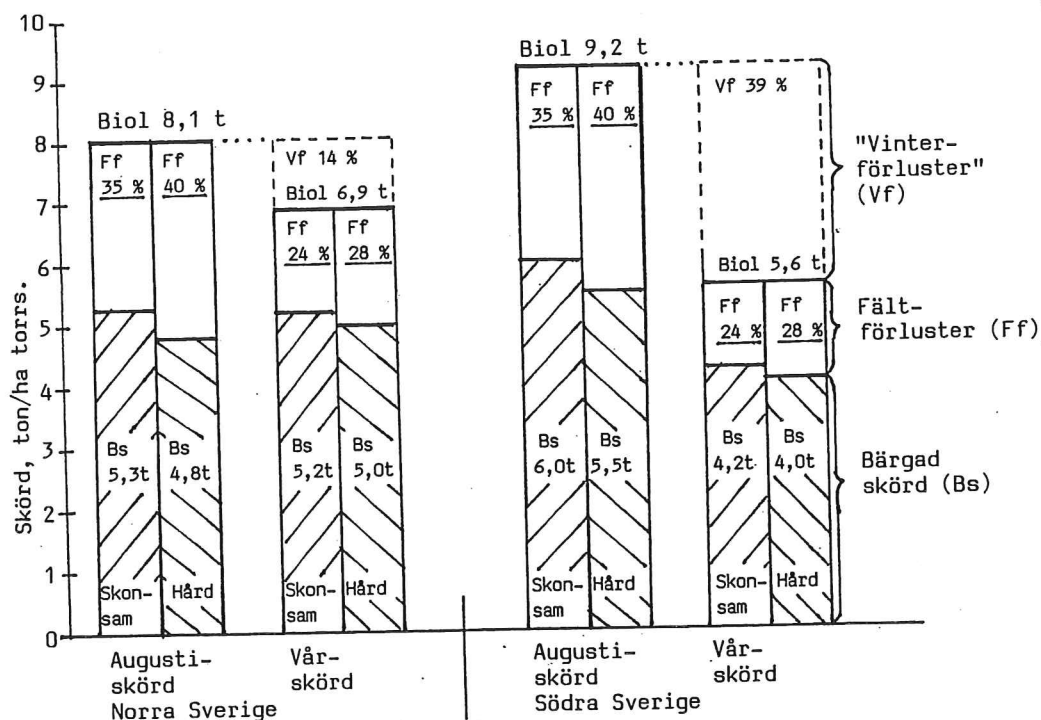


Figur 9. Illustration av biologisk skörd, fältförluster (under slåtter - torkning på slag - bärgning) och bärgad skörd av biomassa vid sensommar- och vårskörd samt vinterförluster av biomassa före vårskörd i storskaliga fältförsök (R8-528) i rörlenvall till biobränsle och fiberråvara 1991 och 1992. Medeltal av 5 fältförsök under 2 år (= 10 försöksår) i Norrland och Svealand.

das före bärgning och kunde bärgas samma dag den slogs eller dagen efter (se avsnitt 36). Vid sensommar-skörden hade säkerligen både biologisk nedbrytning och mekaniskt åstadkommet spill under skördeprocessen stor betydelse för uppkomsten av de höga fältförlusterna. Vid vårskörden torde fältförlusterna huvudsakligen ha bestått av mekaniskt spill, då den torra och sköra grödan lätt smulas sönder under skördeprocessen. Samtidigt kan den biologiska nedbrytningen knappast ha hunnit orsaka betydande fältförluster i den torra grödan under den korta skördeprocessen.

I den skonsamma skördeprocessen uppgick fältförlusterna av torrsubstans i genomsnitt till 3,6 ton/ha vid sensommar-skörd och 1,9 ton/ha vid vårskörd, vilket utgör 36 resp. 26 % av den biologiska skörden vid resp. skördetid. I den andra mera intensiva skördeprocessen blev fältförlusterna något större och uppgick till 4,0 ton/ha vid sensommar-skörd och 2,1 ton/ha vid vårskörd, vilket utgör 40 resp. 29 % av den biologiska skörden vid resp. skördetid. Den skonsamma skördeprocessen medförde sålunda något mindre fältförluster av torrsubstans än den mera intensiva. Skillnaden var ca 400 kg/ha på sensommaren och närmare 300 kg/ha på våren.

Under skördeprocessen på sensommaren visade sig fältförlusterna stiga nära nog rätlinjigt med inemot 2 procentenheter per dag från tredje veckan fram tills torkningen av grödan på slag avslutats. Däremot syntes fältförlusterna inte ha ökat påtagligt eller entydigt med tiden i de fall skördeprocessen tog högst två veckor. Detta tyder på att merparten av fältförlusterna uppkommer under slåtern och bärgningen, under det att det mekaniskt orsakade spillet genom vändningar av grödan inte inverkar märkbart på fältförlusternas storlek förrän längre fram under skördeprocessen när grödan blivit torrare och känsligare. Fältförlusternas storlek vid vårskörd, som blev höga fastän skördeprocessen bara tog en eller två dagar, bekräftar detta.



Figur 10. Illustration av biologisk skörd vid sensommarkörd och våriskörd samt vinterförluster före våriskörd av biomassa enligt 22 fältförsök i norra och 18 i södra Sverige i rörlenvall till biobränsle och fiberråvara 1991 och 1992. Kvävegödlingsnivå 150 kg/ha N. Storleken på fältförluster och bärgad skörd av biomassa har kalkylerats på grundval av funna procenttal på fältförlusternas storlek i storskalförsöken R8-528. Jämför figur 9.

Av rörlenvallens biologiska skörd, som utgjort 9,85 ton/ha torrsubstans i genomsnitt i storskalförsöken vid slått i samband med sensommarkörden, återstod sålunda följande mängd *bärgad skörd* av torrsubstans efter bortfallet i form av fältförluster under skördeprocessen och vinterförluster före våriskörden: Sensommarkörden blev 6,3 ton/ha (64 %) vid den skonsamma skördeprocessen och 5,9 ton/ha (60 %) vid den mera intensiva maskinella hanteringen under skördeprocessen. Vårskörden blev 5,4 ton/ha (55 %) vid den skonsamma och 5,2 ton/ha (52 %) vid den mera intensiva skördeprocessen. (Procenttalen inom parentes anger storleken på den bärgade skörden i procent av den biologiska skörden vid slått i augusti i samband med sensommarkörden.)

Det ovan anförda om storlek på skörd och förluster utgör medelvärden av resultaten från de två första åren i de fem storskalförsöken, av vilka tre ligger i Norrlands kustland och två i Svealand. Såväl den biologiska skördenivån vid sensommarkörd och vinterförlusternas storlek var lägre i de tre försöken i Norrland än i de två i Svealand. Denna skillnad mellan de båda grupperna av storskalförsök står också i god överensstämmelse med skillnaden i nämnda avseende mellan försöksprojektets samtliga försök i norra Sverige och samtliga försök i södra Sverige (se figur 2).

Med stapeldiagrammet i figur 10 illustreras storleken på förluster och skörd i rörlenvall i norra resp. södra Sverige. Biologisk skörd och vinterförluster i figuren är grundade på försöksprojektets samtliga försök i resp. område, eftersom dessa är mera generellt giltiga än enbart de fåtaliga storskalförsöken. Därefter har den biologiska skörden i båda områdena fördelats på fältförluster och bärgad skörd i samma proportioner som den fördelade sig genomsnittligt enligt samtliga storskalförsök. (Samma relativa fördelning av den biologiska skörden på fältförluster och bärgad skörd har tillämpats för båda områdena, eftersom fältförlusternas storlek i



mycket högre grad förutsatts bero på de för tillfället rådande vädermässiga förutsättningarna \* för torkning av grödan på slag än på geografisk belägenhet.) Genom denna anknytning av fältförlusternas storlek enligt storskaleförsöken till den biologiska skördenivån enligt försöksprojektets samtliga försök i norra resp. södra Sverige, har den bärgade skördens storlek kunnat kalkyleras på ett ganska omfattande försöksunderlag både för norra och för södra Sverige.

Med utgångspunkt från en biologisk skörd av torrsubstans vid slåttern i augusti i samband med sensommarskörden på 8,1 ton/ha i norra Sverige och 9,2 ton/ha i södra Sverige, erhöles följande mängder bärgad skörd i de båda delarna av landet (jämför figur 10). *Norra Sverige:* Sensommarskörden blev här 5,3 ton/ha vid den skonsamma skördeprocessen och 4,8 ton/ha vid den mera intensiva maskinella hanteringen under skördeprocessen. Vårskörden blev nära nog lika stor som sensommarskörden och uppgick till 5,2 ton/ha vid skonsam och 5,0 ton/ha vid mera intensiv skördeprocess. *Södra Sverige:* Sensommarskörden uppgick här till 6,0 ton/ha vid skonsam och 5,5 ton/ha vid mera intensiv skördeprocess. Vårskörden, som blev mycket lägre än sensommarskörden på grund av de höga vinterförlusterna, stannade vid 4,2 ton/ha vid skonsam och 4,0 ton/ha vid mera intensiv skördeprocess.

Den ovan redovisade bilden, som än så länge måste betraktas som preliminär eftersom de försök som utgör underlaget fortfarande pågår, antyder att vårskörd av rörflenvall skulle kunna tillämpas med större framgång i norra än i södra Sverige. Huvudorsaken synes vara den stora skillnaden i vinterförlusternas storlek, som i såväl absoluta som relativa tal var inemot 3 gånger så stora i södra som i norra Sverige. Här är dock skäl att påminna om, att vintern båda åren som försöken pågick var ovanligt mild med ovanligt tunt snötäcke i norra Sverige, vilket kan ha medverkat till att förlusterna av biomassa i samband med vårskörd blev mindre där än om vintrarna varit mera normala.

Andelen *strån* i den bärgade skörden av rörflenvall var genomsnittligt något större än i den biologiska skörden i storskaleförsöken. Fältförlusterna var sålunda relativt sett något större av blad än av strån under skördeprocessen. Vid sensommarskörd utgjorde stråandelen i genomsnitt 73 % av den biologiska skörden. Under skördeprocessen ökade stråandelen och var i den bärgade skörden ca 1 procentenhet högre vid den skonsamma och 4 procentenhet högre vid den mera intensiva skördeprocessen. Vid vårskörd ökade stråandelen från i genomsnitt 81 % i den biologiska skörden till 83 % i den bärgade skörden både vid skonsam och mera intensiv skördeprocess. Någon skillnad i verkan var knappast heller att vänta, eftersom de båda skördeprocesserna var mycket lika vid den tidpunkten. Vändning av grödan förekom inte alls i flertalet fall. Skillnaden bestod i stort sett i att slåttern vid den skonsamma skördeprocessen utfördes med slätterknivbalk och att grödan stränglades före bärgningen, medan slåttern i den mera intensiva skördeprocessen utfördes med slätterkross och att grödan oftast inte stränglades före bärgningen.

Halten av *aska* och av *växtnäringsämnena kväve, fosfor, kalium, kalcium och magnesium* i rörflenbiomassan minskade under skördeprocessen både vid sensommarskörd och vårskörd. Halten av alla de nämnda ämnena minskade mer under skördeprocessen på sensommaren än på våren. Kaliumhaltens nedgång var mest påtaglig under skördeprocessen på sensommaren, då den sjönk med 1/3 från ca 1,1 till 0,7 % av torrsubstansen. I tabell 1 återges halten av de nämnda ämnena både i den biologiska och bärgade skörden vid de båda skördetiderna i storskaleförsöken. Den större nedgången av halterna på sensommaren bör till stor del ha orsakats genom utlakning efter regn under den i regel långa skördeprocessen. Minskningen av halterna både på sensommaren och våren förklaras också delvis av att fältförlusterna av blad är relativt sett större än fältförlusterna av strån. Som framgått av avsnitt 33 är halterna av de nämnda ämnena mycket högre i blad än i strån.



Minskningen av halten av de nämnda ämnena under skördeprocessen innebär en förbättring av den bärgade skördens kvalitet som biobränsle och fiberråvara. Likaså utgör den en fördel ur växtnäringssynpunkt genom att bortförelsen från fältet av växtnäringssämnen med grödan blir mindre. Båda fördelarna gäller både vid sensommarskörd och vårskörd.

### 38. Skador på rörfenvalen och jorden genom körningarna under skördeprocessen

I de i avsnitt 36 beskrivna storskaleförsöken iaktogs uppkomsten av skador på vallbeståndet och markytan genom körningarna på fältet och graderades skadornas omfattning okulärt efter skördeprocessens genomförande på sensommaren resp. våren. Samtidigt mättes jordmotstånd samt jordens vatteninnehåll, vattengenomsläpplighet, porvolym och torrvolymvikt på olika djup i syfte att fastställa om och i vilken grad körningarna under skördeprocessen på sensommaren och våren påverkat jordens fysikaliska egenskaper och funktioner.

Graderingen av skador på markytan och vallbeståndet utfördes okulärt i en fyragradig skala från 0 till 3, i vilken de olika siffrorna betyder följande: 0 = inga synliga skador varken på vallbeståndet eller i form av ojämnheter eller synliga hjulspår på markytan.

- 1 = grunda hjulspår och grunda men tydliga avtryck av hjulens däcksmönster.
- 2 = ojämnheter i markytan i form av så djupa hjulspår att de är besvärande vid nästa skörd, men inte så djupa att vallbeståndet trasats sönder och lös jord fösts upp.
- 3 = stora ojämnheter i markytan i form av mycket djupa hjulspår som genombrutit vallbeståndet så att lös jord fösts upp. Dessutom rivskador på rörfenplantorna till följd av drivhjulsslirning.

Körskadegraderingarna i fem storskaleförsök åren 1991/92 och 1992/93 (sammanlagt 10 försök) visar, att skador av följande genomsnittliga svårighetsgrad enligt den ovannämnda skalan uppkommit genom körningarna under skördeprocessen (siffrorna inom parentes anger lägsta och högsta noterade skadegrad i enskilda försök):

Skonsam skördeprocess vid sensommarskörd:	Skadegrad 1 (0-2)
Mera intensiv skördeprocess vid sensommarskörd:	Skadegrad 1 (0-2)
Skonsam skördeprocess vid vårskörd:	Skadegrad 2 (1-3)
Mera intensiv skördeprocess vid vårskörd:	Skadegrad 2 (1-3)

Genomsnittligt blev körskadorna en skadegrad större vid vårskörd än vid sensommarskörd. Körningarna under den skonsamma och den mera intensiva skördeprocessen ledde nästan utan undantag till samma skadegrad både vid sensommarskörd och vårskörd. Något annat var inte heller att vänta, eftersom körmängden var praktiskt taget lika stor i den skonsamma och i den mera intensiva skördeprocessen. Antalet vändningar av grödan under torkningen på slag var vid sensommarskörd nästan lika stort i det skonsamma som i det mera intensiva alternativet på grund av det ovanligt regniga vädret båda åren. Vid vårskörd å andra sidan erfordrades nästan inga vändningar i någotdera alternativet. (Jämför avsnitt 36.)

Som framgår av ovannämnda skadegradssiffror inom parentes, varierade skadegraden mellan de enskilda försöken, varför frekvensen av skador av olika grad belyser frågan ytterligare. De enskilda försökens fördelning på de fyra olika skadegraderna framgår av följande tabell (p.g.a. ofullständiga graderingar ingår inte två av de 10 försöken):

Skadegrad:	0	1	2	3
Efter sensommarskörd, antal försök	1	5	2	0
Efter vårskörd, antal försök	0	3	2	3



Av tabelln framgår att körskador av högsta svårighetsgrad uppkom i 3 försök vid vårskörd men inte i något fall vid sensommarskörd.

För inverkan av körningarna under skördeprocessen på de ovan nämnda fysikaliska egenskaperna och funktionerna i jorden redogörs i en särskild rapport, författad av professor Valdemar Johansson vid Sveriges lantbruksuniversitets institution för markvetenskap. Rapporten återfinns i slutet av denna skrift.

### ***39. Rörflensorters avkastning vid sensommar- och vårskörd***

Den i försöksprojektet ingående provningen av rörflensorter inleddes inte förrän år 1991, då de 8 första fältförsöken såddes. Resultat föreligger hittills bara från dessa 8 försök år 1992 i 1:a årets vall, vilken skördades i augusti 1992 och våren 1993. Sortimentet och resultaten framgår av tabell 11. Kvävegödslingsnivån var 150 kg/ha N.

Resultaten, som sålunda härrör från enbart 1:a årets vall i ett litet antal försök, visar inte ännu på några anmärkningsvärda skillnader mellan sorterna. Jämfört med mätarsorten Palaton hade dock Lara och Lö SR 3001 signifikant lägre avkastning av ren rörflen vid vårskörd, Lö SR 3001 även vid sensommarskörd. Även de övriga sorternas avkastning tenderade att vara lägre än mätarsortens. I fråga om stråandel visade sig ingen sort skilja sig säkert från mätarsorten varken vid sensommar- eller vårskörd. Stråstyrkan hos Lara och Lö SR 3001 var signifikant sämre än hos mätarsorten vid sensommarskörd, men inte längre vid vårskörd, då stråstyrkan var mycket svag hos alla sorter. Alla jämförda sorter tenderade att ha svagare strå än mätarsorten Palaton.

Samtliga i ovannämnda försök provade sorter är förädlade för foderändamål. I senare anlagda försök ingår även nya sorter som förädlats för användning som biobränsle och fiberråvara.

Här må nämnas att i de odlingstekniska fältförsöken i försöksprojektet är rörflensorten nästan utan undantag Palaton, alltså den sort som enligt ovan redovisade resultat av sortprovningen kanske är den lämpligaste tills vidare.

## ***4. Sammanfattande preliminära slutsatser***

Huvudfrågan som ställdes vid starten av Norrfiberprojektets odlingsdel var kortfattat, huruvida det är möjligt praktiskt och tekniskt att under fältmässiga förhållanden genomföra skördeprocessen i rörflenvall (d.v.s. att slå, fälttorka på slag och bärga grödan) på våren i stället för på sensommaren. Dessutom var frågan vilka konsekvenser vårskördens har med avseende på skördens storlek och kvalitet samt på markens fysikaliska egenskaper.

För närvarande föreligger resultaten från de två första åren, 1991/92 och 1992/93, av de på odlingstekniska frågor inriktade fältförsöken i rörflenvall. Dessa resultat har redovisats i denna rapport. Rörflenvallar förutsätts vara mångåriga. Fältförsöken är följaktligen fleråriga. Vissa försök beräknas bli treåriga och andra femåriga. Sålunda kommer en del av de nu pågående försöken att fortsätta t.o.m. tredje årets vall och en del t.o.m. femte årets vall, alltså t.o.m. 1993/94 resp. 1995/96.



Erfarenheterna och försöksresultaten från de två första åren, när det gäller odlingstekniska frågor vid odling av rörflenvall för produktion av biobränsle och/eller fiberråvara, återges sammanfattat här nedan. Det som anges där får gälla som *preliminära omdömen och slutsatser*, tills de pågående fältförsöken fullföljts och slutliga erfarenheter och försöksresultat föreligger. I det följande redogörs främst för skördetidens och i någon mån gödslingens betydelse och inverkan på vissa viktiga egenskaper hos rörflenens med fokusering på vårskördekonceptet. Vårskörd av rörflenvallen, vilket innebär att vallen skördas först påföljande vår efter det att grödan stått på rot över vintern, jämförs därvid med sensommarskörd som referensskördetid. (Valet av sensommarskörd som referensskördetid motiveras med att det då, men inte senare på säsongen, normalt bör vara möjligt att fälttorka rörflengrödan på slag till lagringsduglighet. Skörd tidigare på sommaren är inte heller aktuell, eftersom rörflenens då har sämre kvalitet som bränsle och dessutom ger lägre skörd än senare på säsongen i ett en-skördesystem.) Det nedan anförda gäller, om ej annat anges, när rörflenvallen fosfor- och kaliumgödslats som vanlig gräsvall till foder och kvävegödslats med ca 150 kg/ha N.

Den *biologiska skörden* av biomassa i en-skördesystem från rörflenvall, som kvävegödslats med 150 kg/ha N, uppnådde i norra Sverige sitt maximum på hösten (i månadsskiftet september/oktober) och uppgick då i medeltal till 9,1 ton/ha torrsubstans. I södra Sverige uppnåddes maximum redan på sensommaren (i mitten av augusti) med en skörd i medeltal på 9,2 ton/ha torrsubstans. När grödan fick stå på rot över vintern och skördades påföljande vår, blev den biologiska torrsubstansskörden i norra Sverige i medeltal 6,9 ton/ha och i södra Sverige i medeltal 5,6 ton/ha. Skördeutbytet vid vårskörd blev sålunda ca 25 % lägre i norra Sverige och ca 40 % lägre i södra Sverige än den maximala skörden på drygt 9 ton/ha i resp. landsdel. I två-skördesystem, varvid huvudskörden togs i juli eller augusti och återväxtskörden på hösten, blev den sammanlagda torrsubstansskörden i norra Sverige ca 9,5 ton/ha och i södra Sverige 10 ton/ha. De angivna hektarskördarna är emellertid föga adekvata för en generaliserande jämförelse av skördens storlek i norr och söder, eftersom vallarnas tillväxt år 1992 i södra Sverige missgynnades av torka samtidigt som de väderbetingade förutsättningarna i norra Sverige var mera normala.

*Vinterförlusterna* av torrsubstans, varmed här avses differensen mellan den biologiska skörden på sensommaren och påföljande vår, uppgick i norra Sverige till ca 15 % och i södra Sverige till ca 40 % av den biologiska sensommarskörden. De låga vinterförlusterna i norr förklaras med att rörflenvallens tillväxt där fortsätter även under förhösten, varför det angivna procenttalet är ett nettovärde. I söder däremot, där vallen uppnådde maximiskörden redan på sensommaren, uppkom hälften av förlusterna redan under förhösten. Mellan månadsskiftet september/oktober och påföljande vår uppgick förlusten av biomassa både i norr och söder till 25 % av den biologiska biomassaskörden i månadsskiftet september/oktober.

*Stråandelen* i rörflenvallen ökade i genomsnitt från ca 70 % på sensommaren till ca 75 % påföljande vår. De ovannämnda vinterförlusterna blev följaktligen procentuellt mindre av strån än av blad. I norra Sverige blev den förlorade mängden blad rentav större än den förlorade mängden av strån per hektar, trots att rörflenens bladfraktion bara utgör omkring 1/4 av rörflenens biomassamängd.

*Halterna* av makroväxtnäringsämnen och viktiga processtörande ämnen i rörflengrödan minskade betydligt från sensommaren till våren. Särskilt kraftigt minskade halten av de vid eldning skadliga ämnena kalium och klor. I vårskörden var halten kväve och magnesium ca 30 % lägre, av fosfor och kalcium ca 40 % lägre och av kalium och klor ca 80 % lägre än i sensommarskörden. Genom tillförsel av klorfri i stället för klorhaltig handelsgödsel nära på halverades grödans klorhalt vid sensommarskörd. Till påföljande vår hade klorhalten sjunkit till lika låg



nivå både när klorhaltig och klorfri gödsel tillförts, vilket betyder att det billiga kalisaltet kan användas som kaliumgödselmedel utan risk för förhöjd klorhalt i grödan vid tillämpning av vårskörd. Gräsaska som kaliumgödselmedel hade ungefär samma verkan på grödans klorhalt som klorfri handelsgödsel och dess kaliumverkan har hittills visat sig vara jämförbar med kalisaltets.

Koncentrationen av de flesta av ovannämnda ämnen var 2-3 gånger högre i blad än i strån såväl vid sensommar- som vid vårskörd. Vid sensommarskörd var kalciumhalten i blad 5 gånger så hög som i strån. Klorhalten var däremot lika hög i blad och strån vid vårskörd. Procentuellt sjönk under vintern halten av kväve, kalcium, magnesium och klor mera i blad än i strån. Samtidigt sjönk fosfor- och kaliumhalten procentuellt ungefär i samma takt i blad som i strån.

Eftersom både skörden av biomassa och dess halt av växtnäringssämnen var lägre vid vårskörd än vid sensommarskörd, blev *bortförseln av växtnäringssämnen* från fältet med skörden följaktligen mycket lägre vid vårskörd än vid sensommarskörd. I norra Sverige var skillnaden i växtnäringsbortförseln mellan sensommarskörd och vårskörd mindre än i södra Sverige. Bortförseln med vårskörd i norra Sverige motsvarade för kväve 60 %, för fosfor 50 % och för kalium 20 % av den mängd av resp. ämne som bortfördes med sensommarskörd. För södra Sverige motsvarade bortförseln med vårskörd av kväve 40 %, av fosfor 30 % och av kalium 10 % av de mängder som bortfördes med sensommarskörd.

Det kan ligga nära till hands att dra den något förhastade slutsatsen att den låga mängden bortförda växtnäringssämnen vid vårskörd jämfört med sensommarskörd skulle leda till minskat behov av gödsling med kväve, fosfor och kalium i handelsgödsel av rörlenvall vid konsekvent tillämpning av vårskörd. Därvid är det dock viktigt att observera att den lägre bortförseln vid vårskörd beror inte bara på lägre halter i skörden utan även på den lägre skördenivån. Detta har betydelse för både intäkt- och kostnadssidan i rörlenodlingens ekonomiska kalkyl. Då det saknas kunskap om den optimala växtnäringstillförseln (bortsett från några få orienterande försök med kväve) till vårskördad rörlenvall, är det angeläget att experimentella undersökningar kommer igång för att klarlägga denna gödseltillförselfråga.

När det gäller möjligheten att *genomföra skördeprocessen* i rörlenvallen, d.v.s. att slå, fälttorka på slag och bärga grödan, har de till projektet hörande storskaliga fältförsöken visat följande: De två första åren har skördeprocessen vid vårskörd kunnat genomföras på samtliga försöksplatser utan anmärkningsvärda svårigheter vad gäller slätter, markbärighet och framkomlighet beträffar. Detta måste dock ses mot bakgrunden av att vädret vintern innan var ovanligt gynnsamt ur vårskördesynpunkt båda åren. Båda vintrarna var extremt milda med tunnare och kortvarigare snötäcke än vanligt. Torkningen av grödan på slag vid vårskörd var helt oproblematisk. Bärningen kunde i flertalet fall ske redan dagen efter slättern.

Vid tiden för sensommarskörd var vädret på flertalet försöksplatser onormalt regnigt båda åren. På sensommaren och förhösten 1992 regnade det upp till 2½ gånger så mycket som normalt. Det året var det inte möjligt att genomföra sensommarskörd på två av de mest regnutsatta platserna till följd av den uppblötta markens dåliga bärighet. På de övriga platserna blev skördeprocessen 1992 både långdragen (3-5 veckor) och försenad. År 1991 varierade tiden från slätter till bärning på de olika platserna mellan 3 och 20 dagar. Bortsett från de två ovannämnda platserna, där sensommarskördeprocessen inte kunde genomföras 1992, förelåg inga svårigheter vid sensommarskörd i fråga om att slå grödan och i fråga om markens bärighet och framkomligheten för maskinerna.



Körskador i form av hjulspår och sönderkörd markyta samt skadat vallbestånd uppkom under skördeprocessen i högre grad vid vårskörd än vid sensommarskörd. Skadorna bedömdes motsvara skadegrad 1 efter sensommarskörd och skadegrad 2 efter vårskörd på en fyrgradig skala (0-3), där 0 betyder att inga skador och 3 att svåra skador uppkommit.

De hittills vunna erfarenheterna tyder på att sensommarskörd av rörlenvall bör påbörjas redan i början av augusti då förutsättningarna för fälttorkning av grödan ännu normalt är hyggliga men försämras successivt under sensommarens lopp. Vårskörden bör man däremot av olika skäl vänta med till relativt sent på våren i stället för att utföra den så tidigt som möjligt.

I de ovannämnda storskaleförsöken fastställdes också storleken på *fältförluster och bärgad skörd* av torrsubstans. (Biologisk skörd - fältförluster = bärgad skörd.) Den biologiska skörden av torrsubstans från rörlenvallar var i medeltal 8,1 ton/ha i norra och 9,2 ton/ha i södra Sverige vid sensommarskörd. Fältförlusterna uppgick därvid till 35 % vid skonsam och till 40 % vid mera intensiv maskinell hantering av grödan under skördeprocessen. Den bärgade torrsubstansskörden blev då i norra Sverige 5,3 ton/ha vid den skonsamma och 4,8 ton/ha vid den mera intensiva skördeprocessen, medan den i södra Sverige blev 6,0 ton/ha vid den skonsamma och 5,5 ton/ha vid den mera intensiva skördeprocessen.

Den biologiska torrsubstansskörden vid vårskörd, som blev lägre än den vid sensommarskörd till följd av vinterförlusterna, uppgick i medeltal till 6,9 ton/ha i norra och till 5,6 ton/ha i södra Sverige. Fältförlusterna vid vårskörden blev oväntat höga trots den korta skördeprocessen och utgjorde 24 % vid skonsam och 28 % vid mera intensiv skördeprocess. Den bärgade torrsubstansskörden blev då i norra Sverige 5,2 ton/ha efter den skonsamma och 5,0 ton/ha efter den mera intensiva skördeprocessen, medan den i södra Sverige blev 4,2 ton/ha efter den skonsamma och 4,0 ton/ha efter den mera intensiva skördeprocessen. - Det anförda antyder att vårskörd av rörlenvall skulle kunna tillämpas med större framgång i norra än i södra Sverige.

Skörd av rörlenvall till biobränsle och fiberråvara på våren, efter det att den stått kvar på rot över vintern, i stället för skörd av den på sensommaren har sålunda både fördelar och nackdelar. Till *vårskördens fördel* i jämförelse med sensommarskörd talar följande:

- Mycket lättare att fälttorka grödan på slag till lagringsduglig vara.
- Stråandelen i skörden blir högre.
- Skördens innehåll av växtnäringssämnen och vissa s.k. processtörande ämnen blir lägre.
- Bortförseln av växtnäringssämnen från fältet med grödan blir lägre.

Till *vårskördens nackdel* i jämförelse med sensommarskörd talar följande:

- Lägre skörd på grund av biomassa-förluster medan grödan står på rot över vintern (vinterförluster). Dessa förluster har dock hittills varit små i norra Sverige men däremot mycket stora i södra Sverige.
- Svårare att slå den oftast liggande grödan, vilket också kan medföra lägre skörd p.g.a. lång kvarlämnad stubb.
- Betydande fältförluster p.g.a. den spröda grödan trots kort skördeprocess. Speciellt anpassad skonsam teknisk utrustning erfordras för att minska fältförlusterna.
- Större risk för körskador på marken och vallen under skördeprocessen.
- Kort skördesäsong, som också sammanfaller med vårbruket.
- Likviden för grödan försenas inemot ett år, om skörden används till bränsle
- Brandrisk på våren i den torra grödan på fältet.



## Summary

Field experiments concerning cultivation techniques in reed canary grass (*Phalaris arundinaceae* L.) for biofuel and fibre raw material have been carried out in different parts of Sweden since 1989. These field experiments make up a part of a multidisciplinary project, called "Norrfiber". The project is carried out in collaboration between the Department of Agricultural Research for Northern Sweden of the Swedish University of Agricultural Sciences, Svalöf-Weibull AB and some other institutions.

The cultivation technique experiments aim at investigating output and quality of reed canary grass for biofuel and fibre raw material at different harvest times. The spring harvest, i.e. when the "ripe" crop is harvested in the following spring, is of special interest. At that time it is very easy to dry the crop in swathes. In addition, the best quality is reached when the crop is harvested at a late stage of development.

Under Swedish climatic conditions there are in practice only two harvesting times, late summer and the following spring, when reed canary grass is at the right stage of development and can be dried in swathes. Because of a lack of experience concerning spring harvesting, the field trials are focused on matters regarding the practical and technical possibilities of executing the spring harvest. In addition, the consequences in terms of yield, crop quality and the physical properties of the soil are studied.

At present the project consists of five different trial series and includes in all 33 field trials of several years' duration. Furthermore they are located all over the country. The total number of trial plots is 1 100. The main part of the trials were established in 1991 and 1992. Some of them are planned to continue for three and some for five years.

In 1991/92, 14 field trials were carried out in 1st year ley. In 1992/93, 12 trials were carried out in 2nd year ley and 16 in 1st year ley. The results are presented and discussed in this paper. *It should be pointed out that the results and conclusions are preliminary, until the experiments are completed.*

The results can be summarized as follows. (They are applicable to an annual nitrogen fertilization level of 150 kg per hectare N. The given figures on yield and crop quality are mean values of all trials.)

The biological yield of dry matter (i.e. yield including losses arising at the harvest process in practice) reached the maximum level in a one-cut system in northern Sweden on about 1 October (9 100 kg/hectare) and in southern Sweden on August 15 (9 200 kg/hectare). In the middle of August the yield reached 8 100 kg/hectare in northern Sweden. (Figure 2.)

In a two-cut system (1st cut in July or August and 2nd cut in the autumn), the maximum yield reached 9 400 kg in northern Sweden and 10 100 kg per hectare in southern Sweden. (Figure 3.)

When the crop in the one-cut system was harvested the following spring, the biological yield of dry matter reached 6 900 kg in northern Sweden and 5 600 kg per hectare in southern Sweden. Compared to the yield in August the spring yield was 1 200 kg (15 %) lower in northern Sweden and 3 600 kg per hectare (39 %) lower in southern Sweden. The small losses of dry matter between August and spring in northern Sweden, "winter losses", were net losses, the

grass then continued to grow until about 1 October. (Between 1 October and the spring the losses were ca. 25 % in northern as well as in southern Sweden.)

The straw fraction of the crop increased from ca. 70 % in late summer (in the middle of August) to ca. 75 % in the following spring. Thus the straw losses were relatively smaller than the leaf losses. (Figure 4.)

The content of macro plant nutrients and of harmful elements in the crop was much lower at spring harvest than at the late summer harvest. The decrease of K and Cl, which are very harmful in biofuel, was particularly drastic. Thus the content of N and Mg was ca. 30 % lower, the content of P and Ca ca. 40 % lower and of K and Cl ca. 80 % lower in the spring harvest than in the late summer harvest.

The content of most of the above mentioned elements was 2-3 times higher in leaves than in straw, in spring as well as in late summer.

Consequently, the removal of plant nutrients from the field was much less at the spring harvest than at the late summer harvest, since both yield and content of plant nutrients in the crop were lower in the spring. This difference was smaller in northern than in southern Sweden. In northern Sweden the removal of N was 40 %, of P 50 % and of K 80 % lower at the spring harvest than at the late summer harvest. In southern Sweden the removal of N was 60 %, of P 70 % and of K 90 % lower in spring than in late summer.

There is a lack of knowledge concerning optimum amounts of N-, P- and K-fertilizers for spring harvested reed canary grass leys. Since the cost of fertilizer is an important part of the economic calculation, it is necessary experimentally to find out the appropriate amounts of fertilizers for spring harvested reed canary grass.

Full scale field experiments have shown that the spring harvest process (mowing, teddering and harvesting) can be executed without notable difficulties in northern as well as in southern Sweden. However, in both 1991/92 and 1992/93 the winter was extremely mild and the snow cover was thinner and of shorter duration than that usually observed all over the country. This was favourable from the spring harvest point of view.

At the spring harvest the crop dried very rapidly in swathes and could in most cases be harvested the day after mowing.

The late summer harvest was ill-favoured by exceptionally rainy weather, especially in 1992. Therefore, drying the crop in swathes needed a long time (in 1991 3 to 20 days, in 1992 3 to 5 weeks).

Wheel-tracks, broken soil surface and damaged ley plants occurred more frequently after the spring harvest than after the late summer harvest.

In the above mentioned full scale field experiments, the biological yield, the losses of biomass when harvesting ("field losses") and the harvested yield were determined. The "field losses" were considerable at the spring harvest (in spite of a short-time harvest process) as well as at the late summer harvest. They reached in late summer 35-40 % and in spring 24-28 % of the biological yield. (Figure 10.)



Thus, in northern Sweden the harvested yield of dry matter in late summer was 4 800-5 300 kg and in spring 5 000-5 200 kg per hectare. In southern Sweden the harvested yield was 5 500-6 000 kg per hectare in late summer and 4 000-4 200 kg per hectare in the spring.

Consequently, spring harvesting of reed canary grass has both advantages and disadvantages.

The advantages, compared to late summer harvesting, are

- easier drying of the crop in swathes
- increased straw fraction in the crop
- lower content of plant nutrients and of certain harmful elements in the crop
- decreased removal of plant nutrients from the field.

The disadvantages, compared to late summer harvesting, are

- a lower yield of dry matter because of "winter losses", especially in southern Sweden
- difficult to move the flattened lodged crop, which can result in yield losses due to high stubble levels
- considerable "field losses" of biomass in spite of a short harvest process
- increased risk of damage on soil surface and ley plants as a result of machine driving
- a short harvest period, which also coincides with the common spring farming operations
- the payment for the harvested crop will be delayed ca. one year if the crop is to be used as fuel
- the dry crop in the field can be a fire risk.

*Some Swedish words and expressions, used in figures and tables in this paper, translated into English:*

alla	all	försöksår	experimental	medelantal	average
antal	number		year		number
aska	ashes			medeldatum	average date
augusti	August	gräs	grass	medeltal	average, mean
av	of	gräsaska	grass ashes		value
		gröda	crop	merskörd	additional
biobränsle	biofuel	grönmassa	green plant		yield
biologisk	biological		material	minskning	decrease
biomassa	biomass	gödsel	fertilizer	mitten	the middle
biomassaskörd	biomass yield	gödsling	fertilization	mätare	control
blad	leaf	gödslingsförsök	fertilization	mätarsort	control variety
bortförsel	removal		trial		
botanisk	botanic			norr	north
bärgad	harvested	huvudskörd	mean harvest	norra	northern
bärgad skörd	harvested yield		(1st cut)		
		högst(a)	highest	omsättbar	metabolizable
dag, dagar	day, days	höst	autumn		
		höstskörd	autumn harvest	påföljande	following
fiberråvara	fibre raw				
	material	innehåll	content	sammanlagt	together
fosfor	phosphorus			sammansättning	composition
fält	field	juli	July	senhöst	late autumn
fältförluster	"field losses"			september	September
	(of biomass)	kalium	potassium	sensommar	late summer
fältförsök	field trial,	kg/ha	kg per hectare	sensommar-	late summer
	field	K-sulfat	potassium	skörd	harvest
	experiment		sulphate	skillnad	difference
följande	following			skörd	harvest, yield
försök	trial	lägst(a)	lowest	skördatedatum	harvest date
försöksled	experimental	län	county	skördetid	harvest time
	treatment			skördetids-	harvest time
försöksserie	trial series	med	with	försök	experiment

skördeökning	yeild increase	tidpunkt	point of time	vinterförluster	"winter losses"
slåtter	mowing	ton/ha	ton (1000 kg)	vår	(of dry matter)
sommar	summer		per hectare	vårskörd	spring
sort	variety, cultivar	torkning på slag	drying in swathes	växtnäring	spring harvest plant nutrient
strå	straw	torrsubstans	dry matter		
stråandel	straw fraction	torrsubstans-	dry matter	år	year
stråstyrka	straw strength	halt	content	årligen	yearly
Sverige	Sweden	torrsubstans-	dry matter	återväxt	regrowth
-norra S.	-northern Sw.	skörd	yield	återväxtskörd	regrowth harvest (yield)
-södra S.	-southern Sw.	total, total-	total		
söder	south	vall	ley	ämne(n)	element(s)
södra	southern	vallbestånd	ley stand	ökning	increase
tabell	table	varje	every		
tal, antal	number	vid	at		

## *Litteratur*

- Lomakka, L. 1992. Odlingsförsök med rörflen till biobränsle och fiberråvara. Preliminär rapport. - Rönnebydalen meddelar, nr 1992:10.
- Turesson, M. 1989. Kan vallgräs användas som energiråvara? - Fakta, mark-växter, nr 4 1989 (Sveriges lantbruksuniversitet).



Tabell 1. Biologisk skörd och bärgad skörd samt skördens botaniska sammansättning och innehåll av växtnäringssämnen i storskaleförsök med olika skördetider i rörflenvall till biobränsle och fiberråvara (försöksserie R8-528) åren 1991 och 1992. Medeltal av 6 fältförsök med sammanlagt 10 försöksår, varav 6 i 1:a årets vall och 4 i 2:a årets vall.

Försöksled: Skördetid: Behandling under torkning på slag:	Biologisk skörd (vid slåtter)		Bärgad skörd			
	A Ca 10/8	B Påfölj. vår	A1 Ca 10/8 Skonsam	A2 Hård	B1 Påföljande vår Skonsam	B2 Hård
Tidpunkt för slåtter resp. bärgning:						
Medeldatum	15/8	11/5	3/9	3/9	13/5	13/5
Tidigaste och senaste datum	13/8-19/8	14/4-26/5	16/8-23/9	16/8-23/9	14/4-27/5	14/4-27/5
Torkningstid på slag i fält:						
Medelantal dagar			20	20	3	3
Lägsta och högsta antal dagar			4 - 37	4 - 37	1 - 9	1 - 9
Stråstyrka vid slåtter, 0-100	69	15				
Grödans torrsubstanshalt, %	31	82	82	82	88	89
Skörd av torrsubstans, kg/ha	9 850	7 250	6 300	5 900	5 400	5 150
Vinterförluster (= skillnad i biologisk skörd mellan A och B):						
Kg/ha torrsubstans		2 600				
Procent		26				
Fältförluster (= skillnad mellan biologisk och bärgad skörd):						
Kg/ha torrsubstans			3 550	3 950	1 850	2 100
Procent			36	40	26	29
Rörflenstrån, % av rörflen	73	81				
Gräs, % av skörden			98	99	100	100
Grässtrån, % av gräs			74	77	83	83
" , kg/ha (torrs.)			4 950	4 700	4 450	4 300
Skördens innehåll av:						
Aska, % av torrs.	6,7	5,9	5,7		5,3	
Totalkväve (N), "-	1,18	0,85	1,10		0,80	
Fosfor (P), "-	0,18	0,10	0,16		0,09	
Kalium (K), "-	1,12	0,27	0,70		0,19	
Kalcium (Ca), "-	0,26	0,16	0,20		0,15	
Magnesium (Mg), "-	0,12	0,05	0,09		0,04	
Aska, kg/ha	690	440	380		270	
Totalkväve, "-	118	62	73		41	
Fosfor, "-	18	7	11		5	
Kalium, "-	117	20	48		10	
Kalcium, "-	25	12	13		8	
Magnesium, "-	11	3	6		2	

Tabell 2. Biomassaskörd (biologisk skörd) samt skördens botaniska sammansättning och innehåll av vätnärings- och processtörande ämnen i skördetids- och gödslingsförsök i rörflenvall till biobränsle och fiberråvara (försöksserie R8-533) åren 1991-1992. Medeltal av *samtliga försök* (9 fältförsök med sammanlagt 13 försöksår, varav 9 i 1:a årets vall och 4 i 2:a årets vall).

Försöksled: Skördetid: N-gödsling årligen, kg N/ha: K-gödsel årl. (100 kg K/ha) som:	A1 Ca 15/7 + 30/9 100 KCl	A2 200 KCl	B1 Ca 15/8 + 30/9 100 KCl	B2 200 KCl	B3 200 K-sulf. Aska	B4 200 K-sulf. Aska	C1 Senhöst 100 KCl	C2 200 KCl	D1 Påföljande vår 100 KCl	D2 200 KCl	D3 200 K-sulf. Aska	D4 200
Skördedatum, huvudskörd ", återväxt	18/7 3/10		17/8 30/9				3/10 -		4/5 -			
Skörd av torrsustans, kg/ha: Huvudskörd Återväxt Summa	6 740 1 960 8 700	7 460 2 920 10 380	7 690 350 8 040	8 490 680 9 170	8 830 690 9 520	8 950 700 9 650	8 020 - 8 020	9 440 - 9 440	6 390 - 6 390	7 200 - 7 200	7 340 - 7 340	7 230 - 7 230
Torrs.halt i huvudskörd, %	29	28	34	31	33	34	37	37	83	81	82	82
Stråstyrka vid huvudskörd, 0-100:	93	90	89	84	84	83	84	81	16	13	13	14
Rörflen, % av vallbestånd: Rörflenstrån i huvudskörd: % av rörflen Kg/ha (torrs.)	80 69 3 850	81 67 4 230	77 71 4 360	86 70 5 160	86 69 5 340	81 69 5 200	94 69 5 320	96 67 6 040	98 76 4 720	99 75 5 370	99 75 5 540	97 75 5 410
Huvudskördens innehåll av: Aska, % av torrs. Totalkväve (N), " Fosfor (P), " Kalium (K), " Kalcium (Ca), " Magnesium (Mg), " Klor (Cl), "	6,3 1,70 0,20 1,60 0,39 0,15	6,3 1,70 0,20 1,60 0,39 0,15	6,4 1,01 0,16 1,18	5,9 1,35 0,18 1,20	5,9 1,35 0,17 1,23	5,8 1,26 0,16 1,20 0,34 0,12 0,41	6,1 1,10 0,14 0,97 0,34 0,11	6,1 1,10 0,14 0,97 0,34 0,11	5,2 0,75 0,10 0,30 0,20 0,05 0,13	4,8 0,96 0,11 0,34 0,20 0,05 0,13	4,6 0,92 0,10 0,29 0,29 0,08	4,9 0,93 0,10 0,29 0,21 0,05 0,10
Aska, kg/ha Totalkväve, Fosfor, Kalium, Kalcium, Magnesium, Klor,	430 118 14 109 11 28	430 118 14 109 11 28	530 84 14 97	520 118 15 103	520 116 14 105	510 110 14 105 30 11 36	580 102 13 91 31 10	580 102 13 91 31 10	350 50 6 19	360 70 8 25 14 4 9	360 68 7 21	380 68 8 22 15 4 8
Återväxtskördens innehåll av: Aska, % av torrs. Totalkväve,	8,6 1,61	8,6 1,68	9,7 2,79									
Aska, kg/ha Totalkväve,	245 49	245 49										



Tabell 3. Innehåll av växtnäringsämnen och aska i bärgad skörd av strån och blad i försök med olika skördetider i rörflenvall till biobränsle och fiberråvara (försöksserie R8-528) åren 1991 och 1992. Medeltal av 6 fältförsök med sammanlagt 10 försöksår.

	I % av torrsubstansen					
	Aska	Total- kväve	Fosfor	Kalium	Kalcium	Magnesium
Innehåll i grässtrån						
vid skörd i augusti (led A)	4,8	0,64	0,11	0,67	0,10	0,05
vid skörd påföljande vår (led B)	4,7	0,54	0,06	0,17	0,10	0,04
Innehåll i gräsblad						
vid skörd i augusti	8,8	2,12	0,25	0,96	0,40	0,16
vid skörd påföljande vår	8,3	1,55	0,17	0,20	0,25	0,06

Tabell 4. Innehåll av växtnärings- och processtörande ämnen i strån och blad av rörflen i skördetids- och gödslingsförsök i rörflenvall till biobränsle och fiberråvara (försöksserie R8-533) åren 1991-1992. Medeltal av samtliga försök (9 fältförsök med sammanlagt 13 försöksår, varav 9 i 1:a årets vall och 4 i 2:a årets vall).

Skördetid för huvudskörd	I % av torrsubstansen						
	Aska	Total- kväve	Fosfor	Kalium	Kalcium	Magne- sium	Klor
Innehåll i <i>rörflenstrån</i> i huvudskörden:							
A2. Ca 15 juli		0,91	0,13	1,33	0,13	0,07	
B2. Ca 15 augusti	4,2	0,66	0,11	0,92	0,12	0,06	0,50
C2. Ca 30 september		0,51	0,09	0,68	0,11	0,05	
D2. Påföljande vår	3,6	0,62	0,07	0,24	0,12	0,04	0,13
Innehåll i <i>rörflenblad</i> i huvudskörden:							
B2. Ca 15 augusti	8,7	2,38	0,23	1,57	0,75	0,24	0,94
D2. Påföljande vår	6,6	1,77	0,19	0,40	0,37	0,09	0,12

Skördetidsleden A2, B2, C2 och D2 har gödslats årligen med 100 kg K i form av KCl och 200 kg N per ha.

Tabell 5. Biomassaskörd (biologisk skörd) samt skördens botaniska sammansättning och innehåll av vätnärings- och processtörande ämnen i skördetids- och gödslingsförsök i rörflenvall till biobränsle och fiberråvara (försöksserie R8-533) åren 1991-1992. Medeltal av 9 fältförsök *försöksår 1 (1:a årets vall)*.

Försöksled: Skördetid: N-gödsling årligen, kg N/ha: K-gödsel årl. (100 kg K/ha) som:	A1		A2		B1		B2		B3		B4		C1		C2		D1		D2		D3		D4	
	Ca 15/7 + 30/9		Ca 15/7 + 30/9		Ca 15/8 + 30/9		Ca 15/8 + 30/9		Ca 15/8 + 30/9		Ca 15/8 + 30/9		Senhöst		Senhöst		Påföljande vår		Påföljande vår		Påföljande vår		Påföljande vår	
	100	200	100	200	100	200	100	200	100	200	100	200	100	200	100	200	100	200	100	200	100	200	100	200
	KCl	KCl	KCl	KCl	KCl	KCl	KCl	KCl	KCl	K-sulf.	K-sulf.	K-sulf.	KCl	KCl	KCl	KCl	KCl	KCl	KCl	KCl	K-sulf.	K-sulf.	K-sulf.	Aska
Skördedatum, huvudskörd ", återväxt	19/7 4/10				18/8 30/9								4/10 -				19/4 -							
Skörd av torrsustans, kg/ha: Huvudskörd Återväxt Summa	6 950 1 950 8 900	7 310 2 860 10 170			8 020 380 8 400	8 510 700 9 210	8 760 710 9 470	8 920 720 9 640					7 780 - 7 780	8 750 - 8 750			5 830 - 5 830	6 300 - 6 300	6 450 - 6 450	6 270 - 6 270				
Torrshalt i huvudskörd, %	29	28			35	33	34	35					37	37			84	82	83	83				
Stråstyrka vid huvudskörd, 0-100:	91	87			86	82	81	81					79	78			19	14	15	16				
Rörflen, % av vallbestånd: Rörflenstrån i huvudskörd: % av rörflen Kg/ha (torrs.)	82 69 4 040	81 66 4 130			83 70 8 840	89 70 5 400	89 68 5 500	84 68 5 400					94 66 4 990	97 64 5 340			99 73 4 210	98 72 4 570	98 73 4 770	98 73 4 580				
Huvudskördens innehåll av: Aska, % av torrs. Totalkväve (N), " Fosfor (P), " Kalium (K), " Kalcium (Ca), " Magnesium (Mg), " Klor (Cl), "	6,6 1,70 0,20 1,72 0,38 0,14	6,6 1,70 0,20 1,72 0,38 0,14			6,1 1,09 0,17 1,24 0,39 0,14	5,8 1,36 0,18 1,16 0,39 0,14	6,1 1,40 0,17 1,28 0,34 0,11	5,9 1,27 0,16 1,23 0,34 0,11					6,3 1,18 0,14 0,97 0,37 0,12	6,3 1,18 0,14 0,97 0,37 0,12			5,0 0,73 0,09 0,20 0,20 0,05 0,08	4,6 0,92 0,10 0,23 0,20 0,05 0,08	4,6 0,87 0,09 0,21 0,21 0,05 0,07	4,9 0,85 0,09 0,22 0,21 0,05 0,09				
Aska, kg/ha Totalkväve, " Fosfor, " Kalium, " Kalcium, " Magnesium, " Klor, "	450 117 13 114 27 10	450 117 13 114 27 10			510 91 14 103 35 14	530 124 16 103 35 14	530 120 15 110 107 40	520 111 14 107 30 10 41					550 103 13 85 32 10	550 103 13 85 32 10			320 45 5 12 12 3 5	310 58 7 15 12 3 5	310 55 6 13 13 4	330 55 6 14 13 3 6				
Återväxtskördens innehåll av: Aska, % av torrs. Totalkväve, "	8,3 1,59	8,3 1,59			9,7 2,76	9,7 2,76																		
Aska, kg/ha Totalkväve, "	235 44	235 44			68 19	68 19																		



Tabell 6. Biomassaskörd (biologisk skörd) samt skördens botaniska sammansättning och innehåll av växtnäings- och processtörande ämnen i skördetids- och gödslingsförsök i rörlenvall till biobränsle och fiberråvara (försöksserie R8-533) åren 1991-1992. Medeltal av 4 fältförsök *försöksår 2* (2:a årets val), samtliga i norra Sverige.

Försöksled: Skördetid: N-gödsling årligen, kg N/ha: K-gödsel årl. (100 kg K/ha) som:	A1		A2		B1		B2		B3		B4		C1		C2		D1		D2		D3		D4	
	Ca 15/7 + 30/9		Ca 15/7 + 30/9		Ca 15/8 + 30/9		Ca 15/8 + 30/9		Ca 15/8 + 30/9		Ca 15/8 + 30/9		Senhöst		Senhöst		Påföljande vår		Påföljande vår		Påföljande vår		Påföljande vår	
	100	200	100	200	100	200	100	200	100	200	100	200	100	200	100	200	100	200	100	200	100	200	100	200
	KCl	KCl	KCl	KCl	KCl	KCl	KCl	KCl	KCl	K-sulf.	Aska	K-sulf.	Aska	KCl	KCl	KCl	KCl	KCl	KCl	KCl	K-sulf.	Aska	K-sulf.	Aska
Skördedatum, huvudskörd " , återväxt	15/7 1/10				15/8 1/10									1/10 -			13/5 -							
Skörd av torrsustans, kg/ha: Huvudskörd Återväxt Summa	6 270 1 980 8 250	7 790 3 070 10 860			6 950 280 7 230	8 450 620 9 070	8 990 620 9 610	9 020 640 9 660						8 570 - 8 570	10 990 - 10 990		7 610 - 7 610	9 210 - 9 210	9 530 - 9 530	9 370 - 9 370				
Torrshalt i huvudskörd, %	28	27			31	27	30	31						37	36		81	80	79	81				
Stråstyrka vid huvudskörd, 0-100:	98	98			97	89	92	91						95	89		8	8	8	8				
Rörflen, % av vallbestånd: Rörflenstrån i huvudskörd: % av rörflen Kg/ha (torrs.)	75 71 3 400	82 69 4 430			65 72 3 300	78 71 4 630	75 71 4 980	75 70 4 750						94 75 6 080	93 74 7 620		97 80 5 820	99 79 7 170	100 80 7 420	97 81 7 280				
Huvudskördens innehåll av: Aska, % av torrs. Totalkväve (N), " Fosfor (P), " Kalium (K), " Kalcium (Ca), " Magnesium (Mg), " Klor (Cl), "	5,2 1,68 0,19 1,26 0,43 0,17				7,3 0,81 0,14 1,02 0,37 0,12 0,73	6,0 1,34 0,18 1,28 0,37 0,12 0,73	5,6 1,26 0,16 1,13 0,35 0,13 0,28	5,6 1,23 0,16 1,15 0,35 0,13 0,28						5,8 0,92 0,13 0,96 0,26 0,10			5,4 0,80 0,12 0,48 0,21 0,06 0,21	5,0 1,03 0,12 0,54 0,21 0,06 0,21	4,7 1,02 0,12 0,45 0,21 0,10 0,12	5,0 1,06 0,12 0,42 0,21 0,06 0,12				
Aska, kg/ha Totalkväve, " Fosfor, " Kalium, " Kalcium, " Magnesium, " Klor, "	390 119 14 92 29 13				580 64 12 81	490 108 15 102 30 10 61	490 107 13 95 30 12 31	500 108 14 98 30 12 25						640 100 14 104 27 10			420 61 8 35	470 94 11 48 19 6 19	470 98 11 43 43 10 10	490 99 11 41 19 6 12				
Återväxtskördens innehåll av: Aska, % av torrs. Totalkväve, "	9,1 1,66				2,93																			
Aska, kg/ha Totalkväve, "	270 61				25																			

Tabell 7. Biomassaskörd (biologisk skörd) samt skördens botaniska sammansättning och innehåll av vätnärings- och processtörande ämnen i skördetids- och gödslingsförsök i rörflenvall till biobränsle och fiberråvara (försöksserie R8-533) åren 1991-1992 i 1:a årets vall i norra Sverige (BD, AC, Z, Y, X och W län) och i södra Sverige (G, M och S län).

Försöksled: Skördetid: N-gödsling årligen, kg N/ha: K-gödsel årl. (100 kg K/ha) som:	A1	A2	B1	B2	B3	B4	C1	C2	D1	D2	D3	D4
	Ca 15/7 + 30/9	Ca 15/8 + 30/9	Ca 15/8 + 30/9	Ca 15/8 + 30/9	Ca 15/8 + 30/9	Ca 15/8 + 30/9	Senhöst		Påföljande vår			
	100 KCl	200 KCl	100 KCl	200 KCl	200 KCl	200 K-sulf. Aska	100 KCl	200 KCl	100 KCl	200 KCl	200 K-sulf. Aska	200 K-sulf. Aska
Norra Sverige (6 försök):												
Skördedatum, huvudskörd " , återväxt	19/7 30/9		17/8 30/9				30/9 -		14/5 -			
Skörd av torrsbstans, kg/ha: Huvudskörd Återväxt Summa	7 080 1 960 9 040	7 160 2 910 10 070	8 510 420 8 930	8 770 810 9 580	9 190 800 9 990	9 520 790 10 310	8 320 - 8 320	9 090 - 9 090	6 370 - 6 370	6 930 - 6 930	7 200 - 7 200	6 840 - 6 840
Huvudskördens innehåll av: Aska, % av torrs. Totalkväve (N), "- Fosfor (P), "- Kalium (K), "- Kalcium (Ca), "- Magnesium (Mg), "- Klor (Cl), "-	7,6 1,89 0,24 2,06 0,41 0,15		6,5 1,12 0,19 1,37 0,39 0,95	6,1 1,43 0,19 1,22 0,39 0,66	6,2 1,38 0,18 1,39 0,32 0,43	6,1 1,21 0,17 1,37 0,32 0,43	6,8 1,29 0,16 1,09 0,38 0,13		5,6 0,80 0,10 0,28	5,2 0,98 0,12 0,29 0,22 0,06 0,11	4,9 0,91 0,10 0,28	5,3 0,92 0,10 0,31 0,23 0,06 0,13
Södra Sverige (3 försök):												
Skördedatum, huvudskörd " , återväxt	18/7 12/10		20/8 2/10				12/10 -		3/4 -			
Skörd av torrsbstans, kg/ha: Huvudskörd Återväxt Summa	6 700 1 940 8 640	7 620 2 750 10 370	7 060 300 7 360	7 990 470 8 460	7 890 540 8 430	7 700 580 8 280	6 690 - 6 690	8 060 - 8 060	4 810 - 4 810	5 050 - 5 050	4 960 - 4 960	5 150 - 5 150
Huvudskördens innehåll av: Aska, % av torrs. Totalkväve (N), "- Fosfor (P), "- Kalium (K), "- Kalcium (Ca), "- Magnesium (Mg), "- Klor (Cl), "-	4,6 1,32 0,12 1,02 0,33 0,11		4,8 1,00 0,13 0,86	5,2 1,17 0,13 1,00 0,40 0,12 0,78	5,8 1,43 0,16 1,05	5,6 1,38 0,15 0,95 0,38 0,10 0,55	5,3 0,97 0,10 0,72 0,37 0,09		4,2 0,63 0,07 0,09	3,9 0,84 0,09 0,15 0,17 0,03 0,05	4,1 0,81 0,08 0,11	4,4 0,77 0,08 0,10 0,19 0,03 0,04



Tabell 8. Biomassaskörd (biologisk skörd) samt skördens botaniska sammansättning och innehåll av aska, kväve och kalium i ett flerrårigt kvävegödslings- och skördetidsförsök i rörflenvall till biobränsle och fiberråvara (R8-5288) åren 1991 och 1992 i Värmland. Medeltal för två försöksår (1:a och 2:a årets vall).

Försöksled: Årlig N-gödsling, kg N/ha: Skördetid:	A1	A2	A3	A4	B1	B2	B3	B4	C1	C2	C3	C4
	0	75	150	225	0	75	150	225	0	75	150	225
	Ca 10/8 + 25/9				Ca 25/9				Påföljande vår			
Skörd av torrsbstans, kg/ha:												
Huvudskörd	3 860	7 410	8 240	8 360	4 630	7 420	9 930	10 440	3 360	6 030	6 700	6 910
Återväxt	360	570	1 480	2 630	-	-	-	-	-	-	-	-
Summa	4 220	7 980	9 720	10 990	4 630	7 420	9 930	10 440	3 360	6 030	6 700	6 910
Skördeökning/kg N för varje ökning av N-givan med 75 kg/ha		50	23	17		37	34	7		36	9	3
Stråstyrka vid huvudskörd, 0-100	100	100	100	100	85	82	74	72	29	19	16	19
Rörflenandel i huvudskörd:												
Rörflen, % av torrs.skörd	83	96	93	98	99	99	100	100	97	100	100	100
Rörflensträn, % av rörflen	68	70	66	68	68	68	69	67	73	70	72	75
" , kg/ha (torrs.)	2 120	4 910	5 040	5 530	3 130	5 010	6 760	6 910	2 370	4 360	4 760	5 070
Huvudskördens innehåll av:												
Aska, % av torrs.			7,1				7,7				6,0	
Totalkväve (N), "	0,96	0,97	1,38	1,62	0,95	0,83	0,87	0,98	0,55	0,63	0,74	0,71
Kalium (K), "	1,27	1,24	1,50	1,45	0,93	0,75	0,77	0,81	0,09	0,13	0,19	0,17
Återväxtens innehåll av:												
Totalkväve, % av torrs.	2,39	2,17	2,33	2,28	-	-	-	-	-	-	-	-
Omsättbar energi, MJ/kg torrs.			10,1	9,9								

Tabell 9. Biomassaskörd (biologisk skörd) samt skördens botaniska sammansättning och innehåll av växtnäringsämnen i skördetids- och kvävegödslingsförsök i rörflenvall till bio-bränsle och fiberråvara i södra Sverige (försöksserie R8/IG-911) åren 1991-1992.

Försöksled: Skördetid (ca): Årlig N-gödsling, kg N/ha:	A 15/7+10/9 80+60	B 15/7+vår 80+60	C 10/9 140	D Påföljande vår 0	E 140	F 200
	Försöksår 1+2 (s:a 7 försöksår):					
Skördedatum, huvudskörd " , återväxt	18/7 16/9	18/7 25/3	16/9 -	25/3 -	25/3 -	25/3 -
Skörd av torrs., kg/ha:						
Huvudskörd	6 170	6 280	6 720	2 930	4 250	4 640
Återväxt	2 980	2 100	-	-	-	-
Summa	9 150	8 380	6 720	2 930	4 250	4 640
Torrs.halt, % av grönm.:						
Huvudskörd	37	36	35	69	69	68
Återväxt	22	69	-	-	-	-
Stråstyrka vid huvud- skörd, 0-100:	100	96	98	51	32	28
Stråandel i skörden:						
Huvudskörd, %	64	63	67	70	70	73
Återväxt, %	49	63	-	-	-	-
Huvudskörd, kg/ha torrs.	4 130	4 120	4 630	2 110	2 970	3 450
Återväxt, kg/ha torrs.	1 450	1 320	-	-	-	-
Innehåll i skörden i % av torrsubstans:						
Aska i huvudskörd	8,6	8,7	8,1	8,2	6,7	6,6
"- återväxt	10,5	7,9	-	-	-	-
Totalkväve i huvudskörd	1,48	1,52	1,37	0,75	0,87	1,10
"- återväxt	2,23	1,24	-	-	-	-
Fosfor i huvudskörd	0,22	0,22	0,18	0,09	0,09	0,11
"- återväxt	0,26	0,13	-	-	-	-
Kalium i huvudskörd	1,88	1,96	1,31	0,35	0,21	0,23
"- återväxt	2,49	0,25	-	-	-	-
Innehåll i huvudskörd + återväxt (bortförsel), kg/ha:						
Aska	840	640	550	250	310	320
Totalkväve (N)	155	105	90	21	38	52
Fosfor (P)	21	15	12	3	4	5
Kalium (K)	187	120	88	7	10	11



Tabell 10. Biomassaskörd (biologisk skörd) samt skördens botaniska sammansättning och innehåll av växtnäringsämnen i skördetids- och kvävegödselingsförsök i rörflenvall till bio-bränsle och fiberråvara i södra Sverige (försöksserie RB/IG-911) åren 1991-1992.

Försöksled: Skördetid (ca): Årlig N-gödsling, kg N/ha:	A 15/7+10/9 80+60	B 15/7+vår 80+60	C 10/9 140	D Påföljande vår 0	E 140	F 200
Skörd av torrs., kg/ha: Huvudskörd Återväxt Summa	Försöksår 1 (4 försök):					
	6 240	6 240	6 760	3 490	4 590	4 910
	3 070	2 490	—	—	—	—
	9 310	8 730	6 760	3 490	4 590	4 910
Innehåll i huvudskörden i % av torrsubstans:						
Aska	9,9	9,9	8,5	9,6	8,1	7,8
Totalkväve	1,65	1,65	1,40	0,85	0,93	1,12
Fosfor	0,25	0,25	0,18	0,10	0,09	0,11
Kalium	2,12	2,12	1,32	0,50	0,22	0,23
Skörd av torrs., kg/ha: Huvudskörd Återväxt Summa	Försöksår 2 (3 försök):					
	6 200	6 210	6 650	2 170	3 790	4 270
	2 850	1 590	—	—	—	—
	9 050	7 800	6 650	2 170	3 790	4 270
Innehåll i huvudskörden i % av torrsubstans:						
Aska	6,0	6,4	7,3	6,4	5,0	4,9
Totalkväve	1,18	1,22	1,33	0,62	0,80	1,09
Fosfor	0,16	0,17	0,19	0,09	0,10	0,12
Kalium	1,43	1,63	1,31	0,15	0,20	0,23

Tabell 11. Biomassaskörd (biologisk skörd) och skördens sammansättning i sort- och skörde-  
tidsförsök i rörflen till biobränsle och fiberråvara (försöksserie R8-28B). Me-  
deltal av 8 fältförsök år 1992 i 1:a årets vall, varav 6 i Norrland och 2 i  
Svealand.

Sort	Antal för- sök	Total- skörd, kg/ha torrs.	Ren rörflen		Rörflenstrån		Stråstyr- ka vid skörd, 0-100
			%	kg/ha torrs.	% av rörflen	kg/ha torrs.	
<u>Skörd i mitten av augusti (ingen återväxtskörd)</u>							
Medeltal för mätarsorten:							
Palaton	8	7 170	89	6 530	67	4 430	81
Differens till mätaren Palaton:							
Venture	5	+90	-6	-190	0	-200*	+4
Vantage	3	+530	-4	-120	0	+110	-6
Motterwitzer	8	-160	-1	-320	-2	-370	-12
Lara (Lö SR 8201)	8	+120	0	-40	-3	-150	-8*
Lö SR 3001	5	-1 260	-8	-1 820*	-4	-1 210	-12*
Vå SR 8401 a)	8	(-1 890)**	(-14)	(-2 240)**	-11	(-1 950)**	-6
"Lillerud I"	1	-500	-9	-260	+2	-420	0
Digraphis arun- dinacea, rysk sort	1	-120	+11	+330	-9	-100	0
<hr/>							
<u>Skörd påföljande vår</u>							
Medeltal för mätarsorten:							
Palaton	8	5 900	98	5 780	72	4 250	10
Differens till mätaren Palaton:							
Venture	5	-30	-1	+120	+5	+290	-3
Vantage	3	-840	0	-1 340	+1	-630	-6
Motterwitzer	8	-450	+1	-670	+1	-330	-5
Lara	8	-780*	-1	-830*	-1	-620	-6
Lö SR 3001	5	-1 740*	-4	-2 190*	-4	-1 440	-2
Vå SR 8401a)	8	(-2 100)**	(-4)	(-2 430)**	-7	(-1 740)**	-6
"Lillerud I"	1	+500	-4	+810	-5	+120	-15
Digraphis arun- dinacea, rysk sort	1	-580	-6	-150	-15	-730	-25

a) Sorten Vå SR 8401 etablerades sämre än de andra sorterna insåningsåret 1991, sannolikt beroende på att utsädet av den hade svag fältgrobarhet och skjutkraft, vilket kan ha missgynnat sorten i 1:a årets vall. Därför har resultaten för Vå SR 8401 satts inom parentes.





***INVERKAN PÅ MARKENS FYSIKALISKA EGENSKAPER AV KÖRNINGAR  
VID SKÖRD AV RÖRFLENVALL***

Waldemar Johansson  
Institutionen för markvetenskap  
Avdelningen för hydroteknik



## *Innehåll*

## Sida

### *Inledning*

3

Översikt över markfysikaliska studier 1991-1993

4

### *Metodik*

5

### *Resultat och diskussion*

6

Jordmotstånd

6

Torr skrymdensitet, porositet och genomsläpplighet

10

### *Sammanfattning av resultat från 1991-1993*

12

### *Litteratur*

13

### *Appendix (tabell A1 och A2)*

14



## *Inledning*

Vid Institutionen för norrländsk jordbruksvetenskap, Sveriges lantbruksvetenskap, Umeå genomföres sedan 1989/90 olika slag av fältförsök rörande odling av rörlenvall till biobränsle och fiberråvara. Verksamheten ingår som ett delprojekt inom ramen för det s.k. Norrfiberprojektet. Lomakka (1992, 1993) har redogjort för uppläggning och omfattning av odlingsförsöken samt för hittills erhållna resultat i biologisk och bärgad skörd, innehåll av växtnäringsämnen i grödan m.m.

Huvudsyftet med odlingsförsöken är att belysa och klarlägga möjligheter och problem vid skörd av rörlenvall på våren i jämförelse med och i stället för skörd vid vanlig tid på sensommaren eller hösten.

En av de frågor som måste belysas och vägas in vid jämförelse mellan sensommar-/höstskörd och vårskörd av rörlenvall är inverkan på markens fysikaliska egenskaper som odlingsunderlag. Under augusti och september är, i vårt klimat, marken under en vallgröda normalt relativt starkt uttorkad. (Undantag är jordar där grödans vattenförsörjning kan tillgodoses genom kapillär upptransport). Detta innebär att slätter och vändningar av en vallgröda samt borttransport från fält ofta kan genomföras utan större skador på markens struktur, porsystem och genomsläpplighet för vatten och luft. Risken för fysikaliska markskador ökar dock vid senareläggning av skörd och bärgning. Detta som följd av att markfuktigheten och behovet vändningar av vallgrödan normalt ökar under hösten.

Från markfysikalisk synpunkt skulle det vara bäst om skörd och bärgning av rörlenvall på våren kunde ske då marken var tjälad. Den närmaste tiden efter det att tjälen gått ur jorden på våren är vatteninnehållet i marken stort; nästan alltid svarande mot det för varje jord typiska fältkapacitetsvärdet. Därför kan skadorna på markens struktur och fysikaliska egenskaper vid slätter, ett antal vändningar samt bärgning av rörlenvall förutsättas bli större tidigt på våren än vid andra skördetidpunkter på otjälad mark. Vårskörd ger dock möjlighet till få eller inga vändningar av grödan. Vad dessa förhållanden betyder för den totala markpåverkan vid skörd och bärgning är viktigt att få belyst. En annan sak är att vinterförluster av biomassa medför att markbelastningen vid bärgning, uttryckt t.ex. i tonkm/ha, blir mindre vid vårskörd än vid sensommarskörd. Värde av vinterförlusterna skulle därför delvis kunna uppvägas av ett värde för mindre markskador.

I starkt kapillära jordar är markvatteninnehållet ungefär lika stort under hela vegetationsperioden. På sådana jordar bör ett visst förfarande vid skörd och bärgning av vall medföra samma markpåverkan oberoende av tidpunkten under växtperioden.

Markfysikaliska studier ingår i en av försöksserierna med rörlenvall; i serie R8-528 med storskaleförsök på fem platser (Lomakka 1993). De första försöken i denna serie anlades 1990, skördades första gången sensommaren 1991 och kommer att avslutas efter vårskörd 1994. Ett försök avslutas efter vårskörd 1995.

Försöken i serie R8-528 innehåller huvudförsöksleden A = skörd omkring mitten av augusti och B = skörd tidigt på våren (efter det att tjälen gått ur jorden). Huvudleden kombineras med ett led med skonsam skördeteknik (1) och ett led med mindre skonsam skördeteknik (2). I led 1 användes slätterkniv och grödan vändes endast strax efter slätter och efter regn, med vändare driven med lågt rotorvarvtal. I led 2 användes slätterkross och grödan vändes ungefär varannan dag, med vändare driven med högt rotorvarvtal.

Syftet med de markfysikaliska studierna är i första hand att belysa den samlade inverkan på marken av slätter, vändningar av grödan och bärgning vid vårskörd jämfört med vid sensommarskörd. Där till skall inverkan av skördetekniken - teknik för slätter och/eller antal vändningar - kunna belysas.



Vidare förväntas studierna ge viss information om hur markpåverkan av vårskör och av olika skördeteknik kan variera med jordarten och kanske också med klimatförhållandena. Det skall tilläggas att 3-4 år är en kort tidsperiod för studier av markförändringar och att markens förmåga att buffra mot påverkan, att reagera trögt, kan medföra att eventuella olikheter i markpåverkan mellan försöksleden kommer att finnas kvar efter försöksperioden eller bli mätbara först då.

Markstudier har genomförts och kommer att genomföras i anslutning till alla skördar i försöken. I denna rapport redovisas och diskuteras resultat och erfarenheter från studier genomförda fr.o.m. sensommaren 1991 t.o.m. våren 1993.

### *Översikt över markfysikaliska studier sensommaren 1991 - våren 1993*

Studier har genomförts i försök vid Vojakkala, Haparanda; Röbbäcksdalen, Umeå; Danmark, Uppsala samt Lillerud, Vålberg (väster om Karlstad). På dessa fyra platser anlades försök och såddes rörfen på våren - försommaren 1990. Den första skörden (huvudled A) och markundersökningen genomfördes i augusti 1991, den sista skörden (huvudled B) och undersökningen under perioden genomfördes i april - maj 1993. Försöket vid Vojakkala måste 1992 flyttas till en ny plats inom egendomen. Där hade rörfen såtts 1991. I försöket vid Danmark har försöksledet A-1 inte ingått.

Jordart och pH på respektive försöksplats anges i tabell 1. Inga uppgifter föreligger ännu för den andra försöksplatsen vid Vojakkala.

Tabell 1. Jordart och pH på försöksplatser.

Lokal	Skikt cm	Vikts-%					pH
		mull	ler	mjåla	mo	sand	
Vojakkala 91/92	0-20	4.7	5	9	62	19	6.7
	20-50	0.5	1	3	86	9	6.1
Röbbäcksdalen	0-20	4.2	7	34	51	4	6.6
	20-50	2.2	8	42	46	2	5.0
Danmark	0-20	2.6	45	27	24	3	7.3
	20-50	1.1	56	25	17	1	-
Lillerud	0-20	2.7	29	28	36	4	6.9
	20-50	0.6	35	27	34	3	6.8

De markfysikaliska resultat och erfarenheter som redovisas i det följande härrör således från fyra platser och två försöksår. Av totalt 8 försöksår representerar 5 förstaårsvall och 3 andraårsvall. För Vojakkala och Röbbäcksdalen finns båda åren data från en sensommarstudie och en vårstudie i teknikförsöksleden 1 och 2. För Danmark och Lillerud saknas data för sensommaren 1991. Då genomfördes på dessa platser endast infiltrationsmätningar i fält. Resultat från dessa mätningar, där resultaten inte skiljer sig nämnvärt mellan försöksleden, kommer inte att behandlas i denna rapport.

Studierna har genomförts efter bärning av grödan. Markfysikaliska studier har därtill genomförts på hösten i förstaårsvall i försöksledet B-1. Syftet har varit att få utgångs- och jämförelsevärden. Resultat från dessa studier utnyttjas inte i det följande. Studierna har vid varje tillfälle omfattat följande mätningar och bestämningar:

- Mätning i fält av jordmotstånd med s.k. penetrometer ner till ett djup av 52,5 cm. I anslutning till dessa mätningar har markens vattenhalt bestämts för skikten 0-5, 5-10, 10-15, 15-20, 20-25, 25-30, 30-40 och 40-50 cm.

- Bestämning av torr skrymdensitet (torr volymvikt) och av porositet för skikten 10-15, 25-30 och 45-50 cm. Erforderliga värden på kompaktensitet (för bestämning av porositet) har bestämts vid ett tillfälle per försöksplats för respektive försöksled (och dess delytor) och markskikt.
- Bestämning av genomsläpplighet för vatten (i mättat tillstånd) för skikten 10-15, 25-30 och 45-50 cm.

Bestämningarna av torr skrymdensitet, porositet och genomsläpplighet har skett med cylinderprov uttagna i ostörd lagring.

## Metodik

Mätningar i fält och uttagning av prov för bestämningar på laboratorium har genomgående skett på tre delytor inom varje försöksled. Försöksleden utgöres av var sin storruta om minst 1 000 kvm. De tre mät- och provtagningsdelytorna har representerat var sin tredjedel av storrutan. Mät- och provtagningsplatser vid enskilda tillfällen har legat minst 2-3 m från varandra.

*Jordmotstånd.* För mätningarna har använts en Buck-penetrometer (Anderson et al. 1980) med en utbytbar spetsig (30°) rostfri kon. Konen ansluts till penetrometern med ett rostfritt skaft - längd 690 mm, diameter 8 mm. Vid mätning trycks konen vertikalt ned i marken med så konstant hastighet som möjligt. Erforderlig kraft kan avläsas för bestämda nivåer. Avlästa värden räknas sedan om till penetrations- eller jordmotstånd med hjälp av en konberoende penetrationskonstant (Bradford 1986).

Vid mätningarna har eftersträfvats en nedtryckningshastighet av 2-3 m per sekund. Konstorleken har främst fått bestämmas av markens fuktighet; liten kon för torr mark och omvänt. Basdiametern hos använda koner har varierat mellan 10,10 och 12,83 mm. Avläsning har skett för var 3,5:e cm från markytan ner till 52,5 cm djup. Vid varje tillfälle har 8 mätningar genomförts inom var och en av de tre delytorna per försöksled. Det innebär 24 parallellvärden per skikt och försöksled.

Som statistiska mått för jämförelser mellan medelvärden har använts värden på standardavvikelsen från nyligen redovisade penetrometermätningar vid Skokloster (Johansson et al. 1993). För medeltal baserade på 24 enskilda värden ger Skoklosterstudierna följande värden på standardavvikelsen (medelfelet) uttryckt i % av medelvärdet: Markskiktet 0-3,5 cm 30-35 %, skiktet 3,5-7 cm 17-18 %, skiktet 7-10,5 cm ca 15 %, skiktet 10,5-14 cm ca 13 %, skiktet 14-28 cm 10-11 % och skiktet 28-52,5 cm högst 8 %.

*Vattenhalt.* Jordprov för vattenhaltsbestämning har uttagits med jordborr. Inom var och en av de tre delytorna för penetrometermätningar har tagits ett generalprov (3 delprov) per skikt. Vattenhaltsbestämningen har gjorts på vanligt sätt efter torkning vid 105°C under minst ett dygn.

*Torr skrymdensitet, porositet och genomsläpplighet.* Uttagning av cylinderprov för dessa bestämningar samt respektive mätningar har skett enligt det förfarande som beskrivits av Andersson (1955) och som sedan länge tillämpats för markfysikaliska undersökningar vid Institutionen för markvetenskap. Vid varje tillfälle har 4 parallella prov uttagits per skikt och delyta. I några få fall har cylinderprov skadats så att mätningar inte kunnat göras eller mätvärden icke ansetts representativa. Bakom de allra flesta medelvärden för ett skikt, ett försöksled och en tidpunkt ligger således 12 enskilda värden.

Kompaktensiteten har bestämts på 2 prov per skikt från var och en av de tre delytorna per försöks-



led.

För torra skrymdensiteten och porositeten har medelvärdenas standardavvikelse beräknats och utnyttjats vid jämförelser. Uttalanden om statistisk säkra skillnader mellan medelvärden gäller med 95 % sannolikhet. När det gäller genomsläppligheten kommer jämförelser främst att baseras på fördelningen av enskilda värden på olika storleksklasser.

## **Resultat och diskussion**

Resultat från de markfysikaliska studierna redovisas i det följande i första hand med tanke på att möjliggöra jämförelser mellan huvudförsöksleden sensommarkörd och vårskörd (vid lika skörde-teknik). Dessutom skall jämförelser kunna göras mellan försöksleden med skonsam och mindre skonsam skördeteknik. Då antalet vändningar av grödan kan förutsättas ha och enligt preliminära bedömningar också bedömdes ha en relativt stor påverkan på markens fysikaliska egenskaper har en uppdelning gjorts för platser och år med relativt få (4-7) respektive flera (10-14) vändningar vid sensommarkörd.

### **Jordmotstånd**

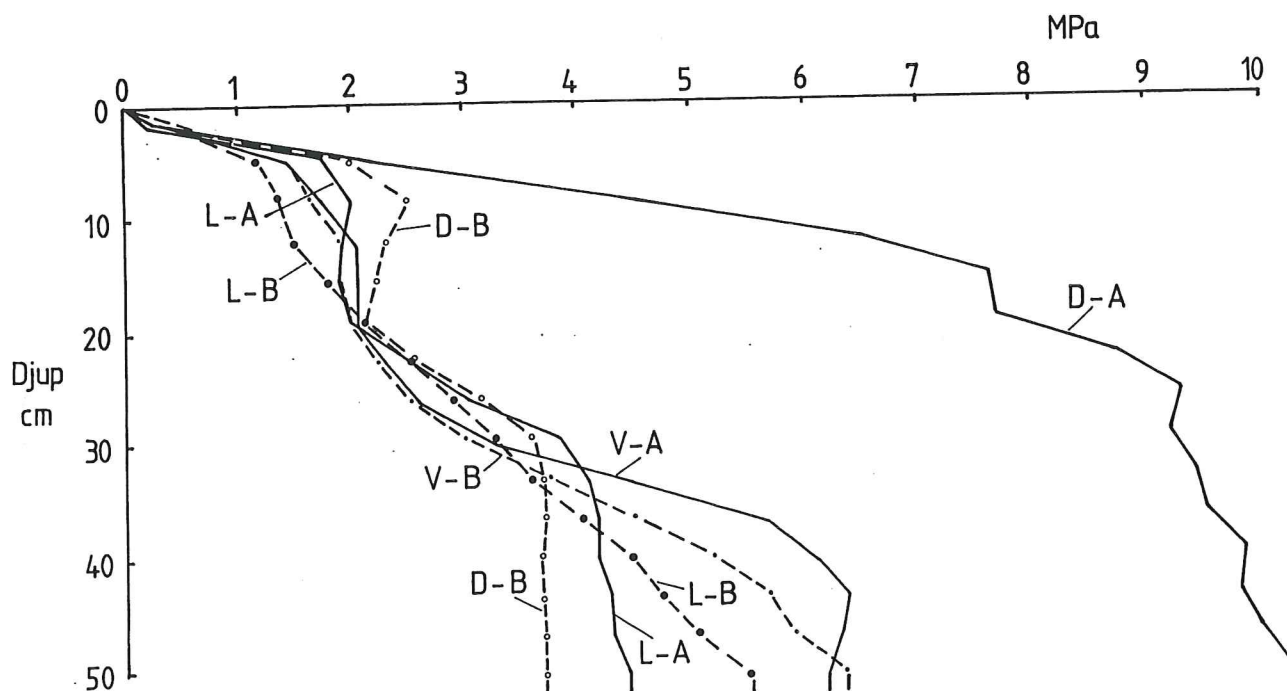
Resultat redovisas i fig. 1, 3 och 5. Tillhörande vattenhaltsdata finns i fig. 2, 4 respektive 6.

Penetrationsprofilerna eller -kurvorna kan uppfattas som summationskurvor för jordmotståndets tillväxt mot djupet. Ju mer vågrät utsträckt en kurva i fig. 1, 3 eller 5 är inom ett skikt, desto större är motståndet inom skiktet. En lodrät kurvdel inom ett skikt innebär att jorden inom skiktet inte gett något mätbart motstånd mot penetrometerkonen vid nedtryckningen.

Sensommarkörd med 4-7 vändningar av grödan har genomförts vid Danmark 92/93, Lillerud 91/92 och Vojakkala 91/92 (fig. 1). Vid Danmark var jordmotståndet på sensommarkörden betydligt större än på våren. Skillnaden, som är statistiskt säker genom hela profilen, uppstår till allra största delen i matjorden. Den kan hänföras till en differens i vattenhalt (fig. 2). Vid Lillerud har kurvorna för sensommarkörden och vår något olika form. I skikten 3,5-14 och 28-35 cm är jordmotståndet störst på sensommarkörden. Skillnaden bedöms vara säker i större delen av dessa skikt. Ett stort motstånd finns på sensommarkörden i skiktet 3,5-7 cm. I skiktet 38,5-52,5 cm är motståndet störst på våren. Vattenhalten var genomgående störst på våren (fig. 2). Vid Vojakkala finns inga säkra skillnader för skikten 0-31,5 och 45,5-52,5 cm. Skiktet däremellan uppvisar ett säkert större motstånd på sensommarkörden än på våren. I detta skikt, där motståndet ökar relativt mycket på sensommarkörden, var sensommarkördens vattenhalt något mindre än vårens (fig. 2).

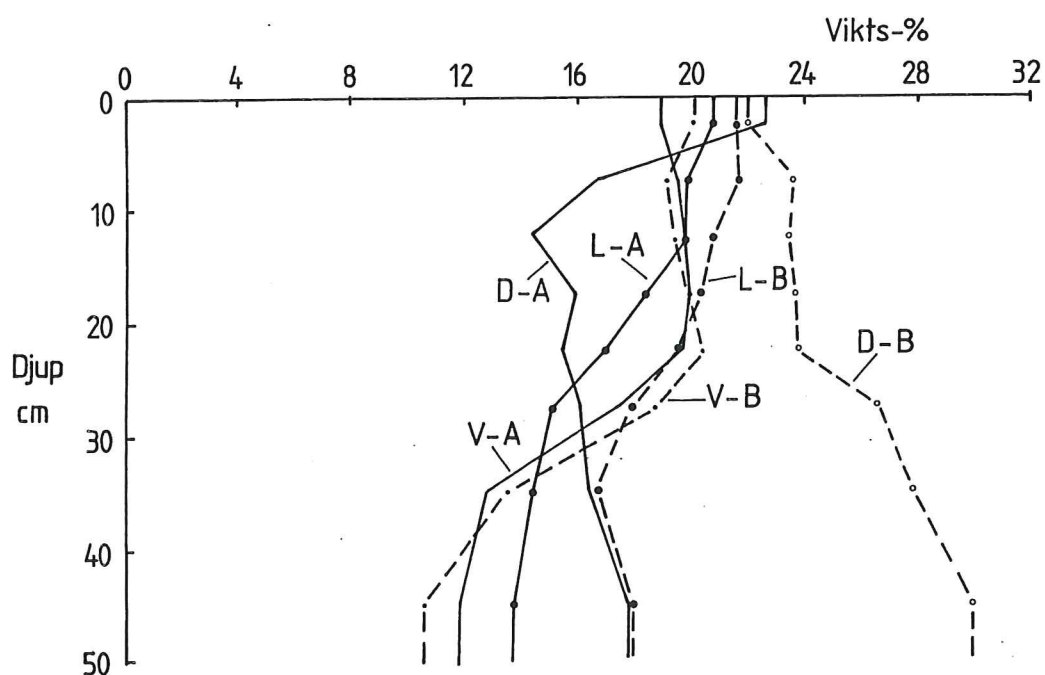
Sensommarkörd med 10-12 vändningar av grödan har genomförts vid Lillerud 92/93 och Röbbäcksdalen 91/93 (fig. 3). I båda fallen var jordmotståndet genom markprofilen större på sensommarkörden än på våren. För Lillerud är skillnaden stor. Men där var också vattenhalten i profilen betydligt lägre på sensommarkörden (fig. 4). Stor differens i jordmotstånd mellan sensommarkörden och vår finns främst i skiktet 3,5-7 cm. En mindre ökning finns i skiktet 28-31,5 cm. För båda profilerna uppvisar alla skikt säkra skillnader i jordmotstånd mellan sensommarkörden och vår. Det kan noteras att vid Röbbäcksdalen är skillnaden relativt stor trots nästan samma vattenhalt sensommarkörden och vår. Detta är det mest "rena" exemplet från studierna på att jordmotståndet påverkas av antalet körningar (vändningar). En bidragande orsak kan dock vara att markstrukturen förbättras under vintern genom tjäle. Vid Röbbäcksdalen var det maximala tjäldjupet under vintrarna 1991/92 och 1992/93 i genomsnitt 67 cm i sensommarkördad rörlenvall och 47 cm i vall för vårskörd. Fastän tjäldjupet var större på den sensommarkördade delen, blev marken där tjälfri lika tidigt eller någon dag tidigare än på vårskördedelen.

Figur 1. Penetrationsmotstånd (MPa) i marken efter sensommarskörd (A) och efter vårskörd (B) med lika skördeteknik. Medeltal för 4-7 vändningar av grödan i A och 0-1 vändningar i B.



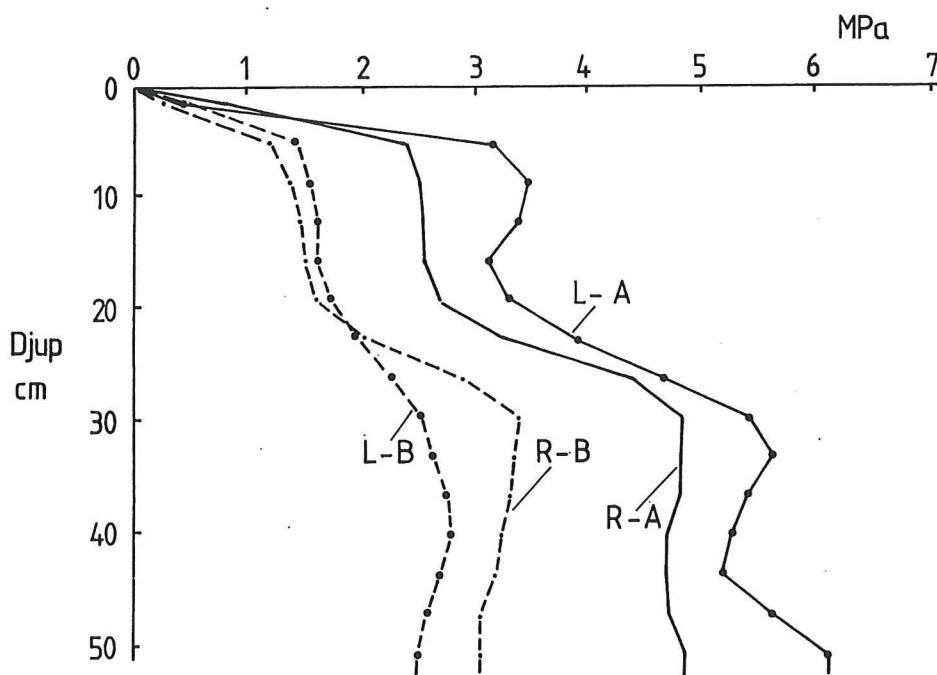
D = Danmark 92/93; ett fall för respektive skörd  
 L = Lillerud 91/92; två fall för respektive skörd  
 V = Vojakkala 91/92; två fall för respektive skörd

Figur 2. Vattenhalt (vikts-%) i marken vid penetrometermätningar efter sensommarskörd (A) och efter vårskörd (B) med lika skördeteknik. Medeltal för 4-7 vändningar av grödan i A och 0-1 vändningar i B. Beteckningar m.m. som i figur 1.



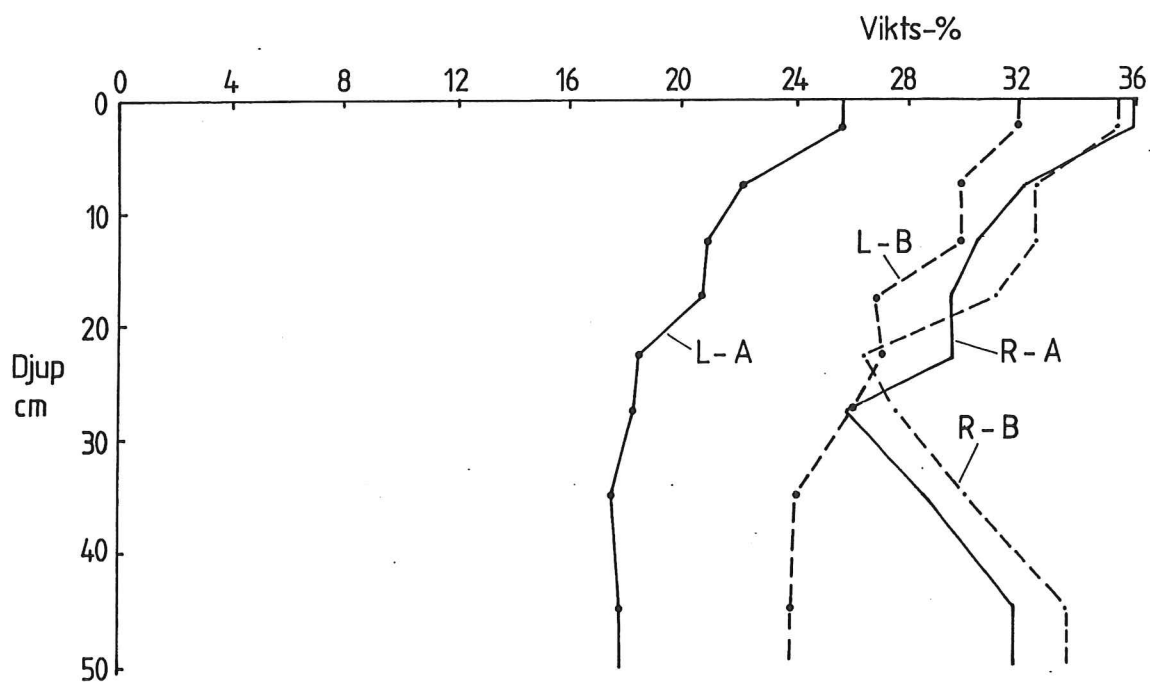


Figur 3. Penetrationsmotstånd (MPa) i marken efter sensomarskörd (A) och efter vårskörd (B) med lika skördeteknik. Medeltal för 10-14 vändningar av grödan i A och 0 vändningar i B.

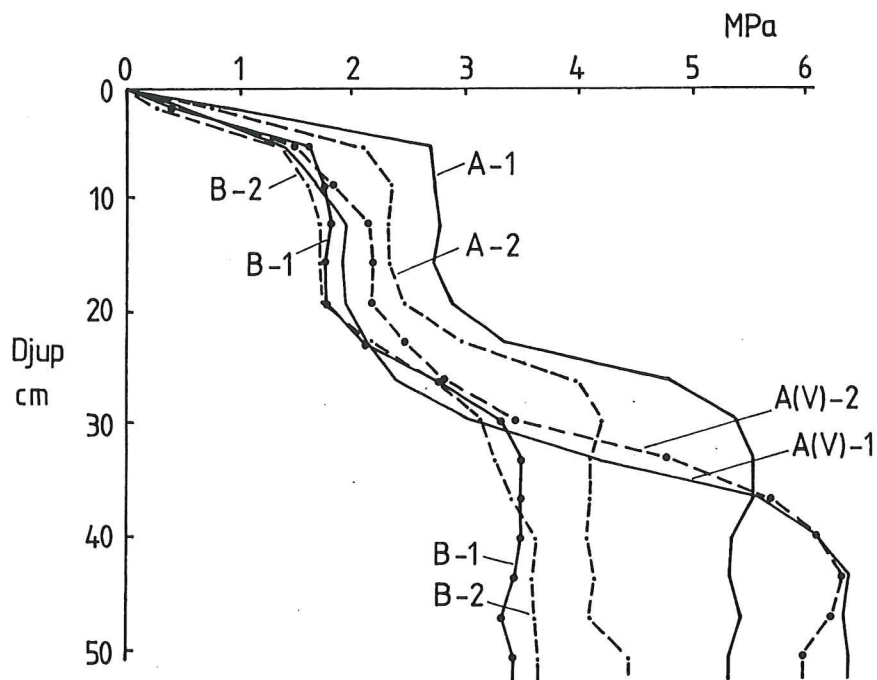


L = Lillerud 92/93; två fall för respektive skörd  
R = Röbbäcksdalen 91/93; fyra fall för respektive skörd

Figur 4. Vattenhalt (vikts-%) i marken vid penetrometermätningar efter sensomarskörd (A) och efter vårskörd (B) med lika skördeteknik. Medeltal för 10-14 vändningar av grödan i A och 0 vändningar i B. Beteckningar m.m. som i figur 3.



Figur 5. Penetrationsmotstånd (MPa) i marken efter skörd med skonsam (1) och mindre skonsam (2) skördeteknik.

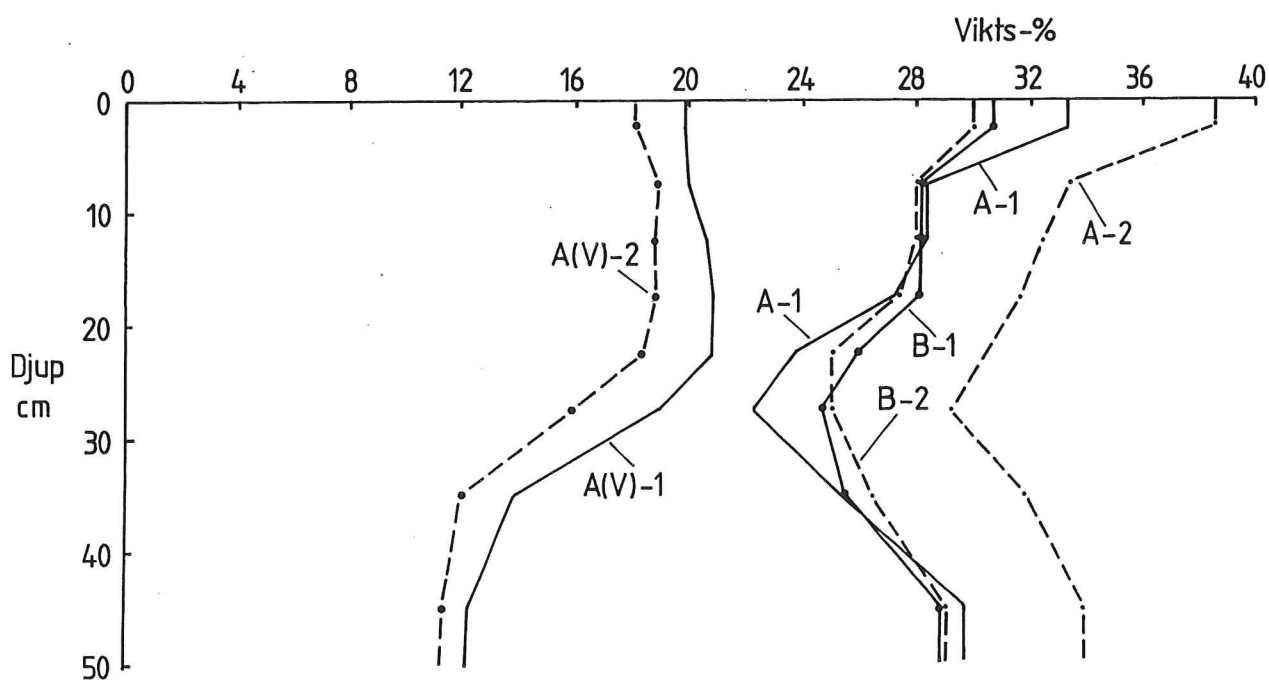


A(V)-1 och A(V)-2 = efter sensommarkörd med 4 vändningar av grödan i led 1 och 7 vändningar i led 2; ett fall (Vojakkala 91/92)

A-1 och A-2 = efter sensommarkörd med lika antal vändningar (10-12) i led 1 och 2; två fall

B-1 och B-2 = efter vårsörd med lika antal vändningar (0-3) i led 1 och 2; fem fall

Figur 6. Vattenhalt (vikts-%) i marken vid penetrometermätningar efter skonsam (1) och mindre skonsam (2) skördeteknik. Beteckningar m.m. som i figur 5.





Inverkan av skonsam respektive mindre skonsam skördeteknik illustreras av tre par kurvor i fig. 5. När det gäller sensommarkörd finns inga säkra skillnader i resultaten från Vojakkala 91/92 trots att antalet vändningar var 7 i skördeteknikled 2 mot 4 i led 1. Den viktigaste orsaken är sannolikt att vattenhalten i marken var 1-2 vikts-% större i led 1 (fig. 6). Det andra sensommarkurvpåret (A-1 och A-2) utgör medelvärden för Röbbäcksdalen vid sensommarkörda 1991 och 1992. Här uppvisar den skonsamma skördetekniken störst jordmotstånd genom hela markprofilen. Förhållandena var lika båda åren och på djup större än 24,5 cm bedöms skillnaderna vara säkra. (Antalet vändningar av grödan var lika stort i A-1 och A-2). Även dessa resultat kan emellertid helt eller till största delen förklaras av skillnader i vattenhalt (fig. 6).

Vid vårskörd var jordmotståndet i genomsnitt praktiskt taget lika stort genom hela profilen i B-1 och B-2 (fig. 5). Vattenhalterna är också lika (fig. 6).

### *Torr skrymdensitet, porositet och genomsläpplighet*

Resultat redovisas i tabellerna 2-3 med uppdelning på sensommar- och vårskörd samt på skonsam och mindre skonsam skördeteknik på samma sätt som för penetrometermätningarna. I tabellerna A1 och A2 i Appendix redovisas genomsläpplighetsvärdens fördelning på olika klasser.

Jämförelse mellan medelvärden från sensommar och vår (tabell 2) visar att i flertalet fall har torra skrymdensiteten varit mindre och porositeten i motsvarande grad större på våren. Det gäller alla tre skikten. Undantag är dels skiktet 10-15 cm vid Lillerud respektive Röbbäcksdalen, som inte uppvisar någon skillnad mellan sensommar och vår, dels skiktet 25-35 cm vid Röbbäcksdalen, där skrymdensiteten är större och porositeten mindre på våren. Alla skillnader (utom de nämnda obefintliga eller små för skiktet 10-15 cm) är statistiskt säkra.

Att - nästan genomgående - den torra skrymdensiteten varit större och porositeten mindre på sensommaren än på våren är väntade resultat. Upptorkning och därav förorsakad reduktion av volymen hos markens övre del under växtperioden samt markbelastning genom vändningar av grödan vid sensommarkörd bör var för sig ha bidragit till sådana resultat. Samtidigt bör tjälen ha medfört att torra skrymdensiteten minskat och porositeten ökat under vintern. Detta bör ha bidragit till relativt mindre skrymdensitet och större porositet vid mätning på våren. Det är av dessa skäl något förvånande.

Tabell 2. Markfysikaliska medelvärden från undersökningar efter sensommarkörd (A) och efter vårskörd (B) med lika slättert teknik. v = antal vändningar av grödan. Inom parentes anges antalet ingående försöksledsmedeltal.

Lokal och år	Skikt  cm	Torr skrymdensitet ton/kbm		Porositet vol.-%		Genomsläpplighet m/dygn	
		A	B	A	B	A	B
<i>v = 4-7 i A och = 0-1 i B</i>							
Danmark	10-15	1,51	1,45	42,4	45,2	2,0	1,2
92/93 (1)	25-30	1,57	1,55	40,7	42,1	3,1	0,58
	45-50	1,52	1,48	44,1	45,8	0,64	1,5
Vojakkala	10-15	1,38	1,33	46,4	48,1	1,5	0,26
91/92 (2)	25-30	1,54	1,35	41,3	48,4	0,64	0,39
	45-50	1,65	1,61	38,3	39,9	1,8	1,2
<i>v = 10-14 i A och = 0 i B</i>							
Lillerud	10-15	1,38	1,38	46,0	46,1	1,8	1,0
92/93 (2)	25-30	1,63	1,50	38,2	42,2	0,42	0,67
	45-50	1,65	1,62	38,4	39,3	0,24	0,57
Röbäcks-	10-15	1,27	1,27	51,3	51,1	0,66	0,34
dalen	25-30	1,45	1,48	45,8	44,5	0,21	0,15
91/93 (4)	45-50	1,31	1,25	51,2	53,2	0,30	0,55

Tabell 3. Markfysikaliska medelvärden från undersökningar efter skörd med skonsam (1) och mindre skonsam (2) slåtterteknik. Inom parentes anges antalet ingående försöksledsmedeltal.

Antal vänd- ningar av grödan	Skikt  cm	Torr skrymdensitet ton/kbm		Porositet vol.-%		Genomsläpplighet m/dygn	
		1	2	1	2	1	2
<i>Sensommarskörd (A)</i>							
4 i 1	10-15	1,33	1,44	48,6	44,2	0,97	2,1
7 i 2	25-30	1,54	1,54	41,5	41,2	0,63	0,65
(1)	45-50	1,64	1,66	38,7	38,0	1,1	2,4
10-12	10-15	1,31	1,21	49,5	53,0	0,66	0,64
(2)	25-30	1,52	1,37	42,9	48,6	0,29	0,12
	45-50	1,39	1,22	48,3	54,1	0,34	0,25
<i>Vårskörd (B)</i>							
0-3	10-15	1,34	1,36	48,6	47,8	1,8	1,4
(6)	25-30	1,44	1,50	46,2	43,4	0,86	0,93
	45-50	1,37	1,39	49,4	48,6	1,4	1,1

de att skillnaderna mellan sensommar och vår inte blivit större och säkra för alla platser och skikt. Det är därtill något oväntat att finna de osäkra och minsta skillnaderna i försök där antalet vändningar varit störst. Troligen beror detta på jordartsskillnader.

Genomsläppligheten för vatten beror främst av porsystemets utformning och sammanhang. Förekomst av en spricka, ett maskhål eller en rotkanal är normalt avgörande för genomsläpplighetens storlek. Jämförelse mellan medelvärden, erhållna från mätningar på relativt små prov, ger därför inte alltid någon säker information om skillnader till följd av olika påverkan. En jämförelse mellan fördelningar av enskilda genomsläpplighetsvärden kan bidra till bättre information.

Tabell A1 visar fördelningen av genomsläpplighetsvärden efter sensommarskörd respektive vårskörd. Resultaten visar att för alla platser och skikt utom för Lillerud 45-50 cm samt för Röbbäcksdalen 25-30 och 45-50 cm har värdena på våren varit mera likstora (fördelningarna smalare) än på sensommaren. I alla skikt utom Lillerud 45-50 cm och Röbbäcksdalen 25-30 cm har det på våren inte funnits några helt ogenomsläppliga prov och ett färre antal prov med mycket låg till låg genomsläpplighet. För 4 av de totalt 12 skikten har vårens medianvärde kommit i en högre klass, för 2 skikt har det kommit i en lägre klass.

Vid en första överblick över resultaten kan det synas förvånande att genomsläppligheten efter vårskörd inte är mera markant större än efter sensommarskörd. Tjälens under vintern bör ha förbättrat markens struktur och genomsläpplighet. Därtill har vändning av grödan endast skett en gång i ett fall mot minst 4 gånger på sensommaren. En trolig orsak till att skillnaderna mellan vår och sensommar blivit relativt små är att slåtter och bärgning på våren gett större negativ inverkan på marken.

I tabell 3 redovisas medelvärden för skonsam (1) respektive mindre skonsam (2) skördeteknik. Man kan förvänta att torra skrymdensiteten skall vara mindre samt porositeten och genomsläppligheten större i led 1 än i led 2. Skillnaderna borde dock vara relativt små då slåtteraggregaten i de båda försöksleden inte skiljer sig mycket från varandra i vikt. Differenser i antal vändningar bör ge större skillnader i markpåverkan än olikheter i använd slåtterteknik.

En jämförelse mellan medelvärden för teknik 1 och teknik 2 i tabell 3 ger vid handen att för torra skrymdensiteten och porositeten finns säkra skillnader för alla skikt vid sensommarskörd med 10-12 vändningar samt för skiktet 25-30 cm vid vårskörd. Differensen för sistnämnda skikt går i väntad riktning. För sensommarskörd med 10-12 vändningar, som gäller 2 år vid Röbbäcksdalen, är



resultaten motsatta mot vad som kunde förväntas. En tänkbar orsak till detta är att det finns jordartsskillnader inom försöket.

Resultaten för genomsläpplighet visar inte på några skillnader mellan försöksleden 1 och 2. Så ligger t.ex. medianvärdet för de två leden i samtliga fall inom samma klass (tabell A2).

### ***Sammanfattning av resultat från 1991-1993***

Som sammanfattning av resultaten från penetrometermätningarna kan sägas

- att jordmotståndet i markens övre halvmeter i de allra flesta fall blivit lägre efter vårskörd än efter sensommarskörd
- att en bidragande orsak härtill varit att inga eller färre antal vändningar av grödan behövts på våren
- att mellan skonsam och mindre skonsam skördeteknik förekom skillnader i olika riktningar; i flertalet försök var skillnaderna dock icke säkra
- att fuktighetsförhållandena i marken haft ett stort inflytande på jordmotståndet; motståndet har minskat med stigande vattenhalt
- att jordmotståndet varierat mycket mellan skikt och typer av jordar
- att skilda jordar givit olika stor förändring i jordmotstånd för en viss vattenhaltsförändring respektive för ett visst antal vändningar av grödan.

Som sammanfattning av övriga mätresultat kan sägas

- att nästan genomgående har torra skrymdensiteten varit mindre, porositetn större och genomsläppligheten något större efter vårskörd än efter sensommarskörd
- att skillnaderna mellan vår och sensommar dock varit relativt små, vilket kan vara en följd av att slätter och bärgning haft något större negativ inverkan på marken på våren än på sensommar
- att olika slätterteknik inte gett några skillnader eller inga entydiga skillnader i torr skrymdensitet och porositet och inga skillnader i genomsläpplighet
- att inga tydliga skillnader har erhållits för differenser i antal vändningar av grödan vid sensommarskörd.

En generell slutsats av de hittills genomförda studierna är att vårskörd av rörlenvall inte gett större negativ markpåverkan än sensommarskörd. Emellertid har sensommarskörden i flertalet fall utförts under ovanligt ogynnsamma förhållanden med mycket körning i form av vändningar av grödan till följd av ovanligt mycket regn. Markens fysikaliska egenskaper förbättras dock normalt under vintern och ännu har inga undersökningar genomförts på våren i sensommarskördade led. Detta kommer att ske i samband med att försöken avslutas.

## *Litteratur*

Andersson, S. 1955. Markfysikaliska undersökningar i odlad jord. VIII. En experimentell metod. - Grundförbättring 8. Specialnummer 2, 138 s.

Anderson, G., Pidgeon, J.D., Spencer, H.B. & Parks, R. 1980. A new hand-held recording penetrometer for soil studies. - J. Soil Sci. 31, 279-296.

Bradford, J.M. 1986. Penetrability. In Klute, A. (ed.) Methods of Soil Analysis. Part 1. Physical and Mineralogical Methods. 2nd ed. - Agronomy 9, 467-478.

Johansson, W., Gustafsson, E.-L. & Sunesson, T. 1993. Markundersökningar i lindallèerna vid Skokloster. - MS, 10+5 s.

Lomakka, L. 1992. Odlingsförsök med rörflen till biobränsle och fiberråvara. - Röbbäcksdalen Meddelar 1992:10, 22 s.

Lomakka, L. 1993. Odlingstekniska försök avseende skördetid, gödsling och produktkvalitet samt sortförsök i rörflen (*Phalaris arundinacea* L.) till biobränsle och fiberråvara 1991/92 och 1992/93. - Röbbäcksdalen Meddelar 1993:13, 43 s.



## Appendix

Tabell A1. Fördelning av enskilda genomsläpplighetsvärden på olika storleksklasser efter sensommarkörd (A) respektive våriskörd (B).

Lokal och år	Skikt cm	För- söks- led	Genomsläpplighet, m/dygn					
			0	0,001 -0,01	0,01 -0,1	0,1 -1	1-10	>10
Danmark 92/93	10-15	A			2	12	8	2
		B			1	5	16	
	25-30	A				10	12	2
		B			1	18	5	
	45-50	A				20	4	
		B				11	13	
Vojakkala 91/92	10-15	A	2	5	1	8	7	1
		B			4	20		
	25-30	A		4	2	13	5	
		B				23	1	
	45-50	A			1	11	12	
		B				14	9	
Lillerud 92/93	10-15	A		1	1	5	15	
		B			1	13	10	
	25-30	A	1	1	4	16	2	
		B			1	18	5	
	45-50	A	3	1	5	14	1	
		B	3	2	7	11	0	1
Röbäcks- dalen 91/93	10-15	A	3	9	17	14	3	1
		B		2	18	22	5	
	25-30	A	2	15	17	11	3	
		B	2	18	11	14	2	
	45-50	A	3	9	19	13	4	
		B		5	15	27	0	1

Tabell A2. Fördelning av enskilda genomsläpplighetsvärden efter skonsam (1) och mindre skonsam (2) slåtterteknik.

Antal vänd- ningar av grödan	Skikt  cm	För- söks- led	Genomsläpplighet, m/dygn					
			0	0,001 -0,01	0,01 -0,1	0,1 -1	1-10	>10
<i>Sensommarkörd (A)</i>								
4 i 7 7 i 2	10-15	1	2	0	1	4	5	
		2		5	0	4	2	1
	25-30	1		2	1	7	2	
		2		2	1	6	3	
	45-50	1				7	5	
		2			1	4	7	
	10-12	1	1	6	7	6	3	
		2	2	3	9	9	0	1
	25-30	1	1	6	8	7	2	
		2	1	9	9	4	1	
	45-50	1	3	4	9	5	3	
		2		5	10	8	1	
<i>Vårskörd (B)</i>								
0-3	10-15	1		4	21	29	15	3
		2		3	16	29	19	2
	25-30	1	2	11	11	37	10	1
		2	1	10	10	40	8	2
	45-50	1		6	13	29	21	2
		2		3	5	49	13	1



## I *Röbäcksdalen Meddelar* nyligen utkomna nummer

- 1992:13  
Trädgård  
Erland Svensson † , Elsa Viklund, Elisabeth Öberg.  
Förökning och distribution av träd och buskar utvalda för norrländska förhållanden.
- 1992:14  
Allmänt  
Martin Wik.  
Sammanställning av utgivna nummer 1992 samt Publicerat från Röbäcksdalens verksamhetsområde 1992.
- 1993:1  
Växtodling  
Anne-Maj Gustavsson och Sven Andersson.  
Sortförsök med korn, havre och ärtor i norra jordbruksförsöksdistriktet 1983-1992.
- 1993:2  
Husdjur  
Gun Bernes.  
Grovfoder till getter - en litteraturoversikt.
- 1993:3  
Husdjur  
Gun Bernes.  
Vinterlamm - hö eller ensilage till slutuppfödningen.
- 1993:4  
Husdjur  
Gun Bernes.  
Hö och tallris som grovfoder i intensiv getmjölksproduktion.
- 1993:5  
Växtskydd  
Susanne Hoffman.  
Biologisk bekämpning i växthus.
- 1993:6  
SLL  
Husdjur  
Carina Jonsson, Robert Samuelsson och Jerker Öhman.  
Torbjörn Pettersson.  
Jämförelse av metoder för energianvändning av norrländskt korn.
- 1993:7  
Växtodling  
Lennart Lomakka.  
Skördetidsförsök i norra Sverige i korn och ärtblandsäd för våtkonservering.
- 1993:8  
Bioenergi  
Jan Burvall, Karin Segerud.  
Pulverbränsle från rörflen.
- 1993:9  
Bioenergi  
Jan Burvall  
Tillverkning och proveldning av rörflenpulver - ett fullskaleförsök.
- 1993:10  
Husdjur  
Gun Bernes och Bodil Cornell.  
Ensilage eller hö i en KRAV-anpassad foderstat för getter.
- 1993:11  
Växtodling  
Sven Andersson (red.).  
Lantbruksväxternas övervintring, teorier och testmetoder.
- 1993:12  
Växtodling  
Lennart Lomakka och Ingemar Nilsson.  
Olika utsädesknölstorlekar och sätstavstånd i potatis i norra Sverige.  
Sven Andersson.  
Förgroning och olika sättningsmetoder för bintje- och mandelpotatis.
- 1993:13  
Växtodling  
Bioenergi  
Lennart Lomakka.  
Odlingstekniska försök avseende skördetid, gödsling och produktkvalitet samt sortförsök i rörflen (*Phalaris arundinacea* L.) till biobränsle och fiberråvara 1991/92 och 1992/93.  
Waldemar Johansson.  
Inverkan på markens fysikaliska egenskaper av körningar vid skörd av rörflenvall.



**Institutionen för norrländsk jordbruksvetenskap**  
*Swedish University of Agricultural Sciences*  
*Dept. of Agricultural Research for Northern Sweden*

Senast utgivna nummer se omslagets insida

---

## **DISTRIBUTION**

SLU Info, Rönnebydalen

Box 4097

904 03 UMEÅ

Tel. 090-13 53 10 Telefax 090-12 67 30

SLU Repro UMEÅ 1993

ISSN 0348-3851

ISRN NLBRD-M--13:93--SE

---